

2012

ISSN 0104-9070

PAG
Pesquisa Agropecuária Gaúcha
volume **18** número **2**

18

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio
Rio Grande do Sul - Brasil



Secretaria da Agricultura,
Pecuária e Agronegócio



**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E AGRONEGÓCIO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**

ISSN 0104-9070

Pesquisa

Agropecuária Gaúcha

Porto Alegre, 2012

Pesq. Agrop. Gaúcha, Porto Alegre, v.18, n. 2, p. 89- 187, 2012.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - FEPAGRO

Divisão de Comunicação Social – Programa de Editoração

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre, RS – CEP 90130-060

Telefone: (51) 3288-8073 Fax: (51) 3233-7607

www.fepagro.rs.gov.br – fepagro@fepagro.rs.gov.br

pag@fepagro.rs.gov.br

Comissão Editorial:

Ivan Renato C. Krolow – Presidente; Bernadete Radin; Andréia Mara Rotta de Oliveira; Diego Bittencourt de David; Fabiana Quos Mayer; Caio Stoffel Efrom; Antônio José Trevisan Teixeira; Rafaela de Felipe, Marioni Dornelles da Silva e Nêmore Arlindo Rodrigues.

Tiragem: 500 exemplares.

CATALOGAÇÃO NA FONTE

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA / Fundação Estadual de Pesquisa
Agropecuária; Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio. Porto Alegre, RS –
Brasil, 1995 –
Semestral – ISSN 0104-9070

2012, v. 18, n. 2.

CDU 63(05)

REFERÊNCIA

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA. Porto Alegre: Fepagro, v. 18, p. n 2, p. 89 -187.
Agricultura, Pecuária e Agronegócio

Os artigos publicados neste periódico científico estão indexados nas bases de dados:

- CAB International – CAB Abstracts;
- Agris;
- Denwent Veterinary Drug File;
- Denwent Crop Protection File.

Solicitamos permuta

O acervo da revista está disponível em <http://www.fepagro.rs.gov.br/lista/122/PAG>

Consultores científicos do ano de 2012:

Adilson Toniato - Fepagro
Alfredo Gui Ferreira - UFRGS
Amanda Heeman Junges - Fepagro
André Dabdab Abichequer - Fepagro
André Samuel Strassburger - Fepagro
Andréia Mara Rotta de Oliveira - Fepagro
Anelize Beneduzzi da Silveira - Fepagro
Bernadete Radin - Fepagro
Caio Fabio Stoffel Efrom - Fepagro
Cândida Raquel Sherrer Montero - Fepagro
Carlos Alberto de Bastos Andrade - UEM
Carlos Alberto Oliveira de Oliveira - Fepagro
Carolina Bremm - Fepagro
Carolina Maria Gaspar de Oliveira - IAPAR
Claudimar Sidnei Fior - UFRGS
Diego Bittencourt de David - Fepagro
Egon José Meurer - UFRGS
Gilmar Schafer - UFRGS
Gilson Schlindwein - Fepagro
Gustavo Brunetto - UFSC
Henrique Pereira dos Santos - Embrapa Trigo
Irineu Lorini - Embrapa Soja
Jacson Zuchi - Fepagro

José Antonio Kroeff Schmitz - UERGS
Juliano Garcia Bertoldo - Fepagro
Julio Kuhn da Trindade - Fepagro
Lauri Lourenço Radünz - UFFS
Leandro Souza da Silva - UFSM
Lia Rosane Rodrigues - Fepagro
Liege Camargo da Costa - Fepagro
Lindbergue Araújo Crisóstomo - Embrapa Agroindústria Tropical
Loana Silveira Cardoso - Fepagro
Luciano Kayser Vargas - Fepagro
Maria da Graça de Souza Lima - Fepagro
Marinês Bastianel - IAC
Nestor Valtir Panzenhagen - Instituto Federal Catarinense
Paulo Vitor Dutra de Souza - UFRGS
Ricardo Bemfica Steffen - UFSM
Ricardo Lima de Castro - Embrapa Trigo
Ricardo Wanke de Melo - UFRGS
Rogerio Ferreira Aires - Fepagro
Rosilaine Carrenho – UEM
Sandra Beatriz Vicenci Fernandes - UNIJUÍ
Vanessa Neumann Silva - UNIPAMPA

Autores deste número:

Alan Willian Vilela
Pomela
Alex Teixeira
Andrade
Amanda Pezzi
Anaíse Costa Calil
André Dabdab
Abichequer
Antônio Wilson
Penteado Ferreira
Filho
Aurinelza Batista
Teixeira Condé
Bruno Brito Lisboa
Bruno Casamali
Carlos Alberto
Bissani
Carlos Eduardo de
Oliveira Camargo

Carlos Marcelo
Silveira Soares
Clarissa Menezes
de Souza
Claudia Klein
Claudimar Sidnei
Fior
Cristina Leonhardt
Cristiano
Gonçalves Caixeta
Daiane Silva
Lattuada
Délío Borges
Godinho
Divanilde Guerra
Edivaldo José
Ferreira Junior
Emiliano Santarrosa
Eunice Oliveira
Calvete
Fabiano Nunes Vaz
Fábio Aurélio Dias
Martins
Fernanda Bered

Flávio Anastácio
de Oliveira
Camargo
Galileo Adeli
Buriol
Henrique Belmonte
Petry
Jivago Schumacher
de Oliveira
João Restle
Jucelaine Vanin
Juliana Ribeiro
Bressan
Julio Cesar
Giuliani
Leonir Luiz
Pascoal
Lúcia Moreira
Lanzer
Luciano Kayser
Vargas
Luís Carlos Laux
Mateus Pereira
Gonzatto

Miguelangelo
Ziegler Arboitte
Otto Carlos Koller
Paulo Santana
Pacheco
Paulo Vitor Dutra de
Souza
Pedro Alberto
Selbach
Robson Luz Costa
Ricardo Zambarda
Vaz
Roberto Luis
Weiler
Roberto Pedroso de
Oliveira
Sandra Rieth
Sergio Francisco
Schwarz
Wilson Antonio
Klein
Valduino Estafanel
Wagner Soares
Willian Heintze

Sumário / Table of Contents

Conservação de diásporos de <i>Schlechtendalia luzulifolia</i> Less. (Asteraceae) Conservation of diaspore from <i>Schlechtendalia luzulifolia</i> Less. (Asteraceae) Daiane Silva Lattuada, Amanda Pezzi, Anaíse Costa Calil, Cristina Leonhardt, Claudimar Sidnei Fior.....	94
Avaliação de híbridos de milho inoculados com <i>Azospirillum brasilense</i> Evaluation of corn hybrid inoculation with <i>Azospirillum brasilense</i> Fábio Aurélio Dias Martins, Alex Teixeira Andrade, Aurinelza Batista Teixeira Condé, Délio Borges Godinho, Cristiano Gonçalves Caixeta, Robson Luz Costa, Alan Willian Vilela Pomela, Carlos Marcelo Silveira Soares.....	102
Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface Chemical and physical characterization of substrates in the production of lettuce plantlets Claudia Klein, Jucelaine Vanin, Eunice Oliveira Calveteu, Vilson Antonio Klein.....	110
Homogeneidade dos totais mensais de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul Homogeneity of total monthly rainfall in the State of Rio Grande do Sul, Brazil Galileo Adeli Buriol, Valduino Estafanel, Jivago Schumacher de Oliveira, Lúcia Moreira Lanzer, Clarissa Menezes de Souza.....	118
Viabilidade econômica da terminação em confinamento de novilhos abatidos com diferentes pesos Economic viability of feedlot finishing steers slaughtered with different weights Paulo Santana Pacheco, João Restle, Fabiano Nunes Vaz, Leonir Luiz Pascoal, Miguelângelo Ziegler Arboitte, Ricardo Zambarda Vaz.....	127
Biomassa microbiana, atividade e diversidade metabólica em um Argissolo sob diferentes manejos Microbial biomass, activity and metabolic diversity in a Paleudult soil cultivated under different management systems Bruno Brito Lisboa, Luciano Kayser Vargas, André Dabdab Abichequer, Flávio Anastácio de Oliveira Camargo, Pedro Alberto Selbach.....	136
Caracterização morfológica de uma população nucelar da tangerineira ‘Montenegrina’ Morphological characterization of a nucellar population from 'Montenegrina' mandarin Juliana Ribeiro Bressan, Divanilde Guerra, Roberto Luis Weiler, Fernanda Bered, Willian Heintze, Mateus Pereira Gonzatto, Sergio Francisco Schwarz.....	145
Adubação com compostos orgânicos e cobertura verde do solo em pomar de tangerineiras sob cultivo orgânico Fertilization with organic compost and green groundcover in mandarin orchard under organic cultivation Henrique Belmonte Petry, Otto Carlos Koller, Carlos Alberto Bissani, Emiliano Santarrosa, Bruno Casamali, Luís Carlos Laux, Roberto Pedroso de Oliveira, Sergio Francisco Schwarz.....	156

Desenvolvimento de porta-enxertos cítricos em dois substratos comerciais em fase de sementeira

Development of varieties of citrus rootstocks seedlings grown in two commercial substrates

Sandra Rieth, Julio Cesar Giuliani, Wagner Soares, Paulo Vitor Dutra de Souza.....167

Desempenho de genótipos de trigo em dois ambientes no Estado de São Paulo

Performance of wheat genotypes in two environments in the State of São Paulo

Edivaldo José Ferreira Junior, Carlos Eduardo de Oliveira Camargo, Antônio Wilson Penteadó Ferreira Filho.....176

Instruções para Autores.....184

Conservação de diásporos de *Schlechtendalia luzulifolia* Less. (Asteraceae)¹

Daiane Silva Lattuada², Amanda Pezzi³, Anaíse Costa Calil⁴, Cristina Leonhardt⁵, Claudimar Sidnei Fior⁶

Resumo- O presente trabalho teve como objetivo analisar a emergência de plântulas de *Schlechtendalia luzulifolia* em duas fases de maturação e conservação de diásporos em câmara seca e fria. Foram utilizados diásporos de duas populações, Porto Alegre e Tapes. Cipselas do acesso Porto Alegre foram coletadas em dois estádios de maturação: cipselas presas (CP) e cipselas já abscisadas (CS), enquanto que para o acesso Tapes a coleta ocorreu na fase de CS. Foram realizados testes de viabilidade com sal de tetrazólio e sementeira em diferentes regimes térmicos, além de armazenamento em ambientes distintos (câmara fria e seca). Independente do estádio de maturação, os diásporos apresentaram viabilidade entre 61 e 77% através do teste sal de tetrazólio. A coleta das cipselas recém-abscisadas permitiu maior emergência de plântulas. O maior percentual de emergência, bem como o menor tempo médio de emergência, ocorreu em temperatura constante de 20 °C. Para a conservação dos diásporos, o ambiente de câmara seca (17 °C e 45% de umidade relativa do ar) foi mais apropriado.

Palavras-chave: Nativa ornamental. Germinação. Armazenamento. Temperatura. Viabilidade de sementes.

Conservation of diaspore from *Schlechtendalia luzulifolia* Less. (Asteraceae)

Abstract - This study aimed to analyze the emergence of *Schlechtendalia luzulifolia* in two stages of maturation and conservation of seeds in dry and cold chamber. Diaspores were collected from two populations, in Porto Alegre and Tapes municipalities in Rio Grande do Sul State, Brazil. Cypselae of Porto Alegre access were collected in two stages of maturation: cypselae attached (CA) and abscised cypselae (AC), while cypselae from Tapes were collected in CA stage. Tests of viability with tetrazolium salt were done, as well as germination in different thermic regimes and storage in different environments (camera cold and dry). Regardless of the maturity, the diaspores presented viability around 61 to 77 %. The harvest of AC allowed greater seedling emergence. The highest percentage of emergency and the lowest mean time to emergence occurred at constant temperature of 20 °C. For the preservation of the seeds, the dry chamber environment (17 °C and 45 % of relative humidity) was more appropriate.

Key words: Native ornamental. Germination. Storage. Temperature. Seed viability.

¹ Manuscrito submetido em 17/01/2013 e aceito para publicação em 25/03/2013.

² Eng. Agrônoma, M.Sc., doutoranda no Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: daialattuada@gmail.com;

³ Bióloga, mestranda no Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: amandapezzi68@gmail.com

⁴ Bióloga, especialista, pesquisadora do Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. E-mail: anaise_calil@fzb.rs.gov.br

⁵ Eng. Agrônoma, M.Sc., pesquisadora do Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. E-mail: cristina-leonhardt@fzb.rs.gov.br

⁶ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: csfior@ufrgs.br

Introdução

Schlechtendalia luzulifolia Less., conhecida como bolão-de-ouro, pertencente à subfamília *Barnadesioideae*, considerada basal para *Asteraceae* (JANSEN e PALMER, 1987). É uma espécie de porte herbáceo e ereto, com folhas opostas, lineares e nervação paralela, com capítulos medindo entre 20 e 35 mm de diâmetro. As flores são amarelas e as cipselas são turbinadas e densamente pilosas (MELO et al., 2009). O florescimento ocorre de setembro a dezembro e a maturação das cipselas em janeiro e fevereiro (Figura 1).

Sua distribuição compreende o sul do Brasil, Uruguai e nordeste da Argentina (CABRERA 1974; RIOS et al., 2010). No Rio Grande do Sul, ocorre em regiões da Depressão Central que incluem Viamão, Porto Alegre, Rio Pardo e São Pedro do Sul; regiões da Serra do Sudeste, de Encruzilhada do Sul até Caçapava do Sul; da Encosta do Sudeste, nos municípios de Tapes e São Lourenço; além de regiões da Campanha (AUGUSTO, 1948; MONDIN e BAPTISTA, 1996; FIOR et al., 2007; FIOR e LEONHARDT, 2008 – informação verbal⁷). Atualmente, a espécie está listada como ameaçada de extinção da flora do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2003).

O conhecimento da biologia de espécies vegetais nativas é de fundamental importância, uma vez que várias delas são potencialmente aptas à recuperação de áreas degradadas e programas de conservação (MONTEIRO e RAMOS, 1997).

Na família *Asteraceae* ocorrem espécies de grande interesse ornamental, medicinal e alimentar, o que reforça a importância de conhecer aspectos da propagação e conservação de sementes dessas espécies vegetais, a fim de atender às necessidades econômicas, sociais e ambientais, fundamentais para garantir o desenvolvimento sustentável (GOMES e FERNANDES, 2002).

O armazenamento de sementes em condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar favorece a manutenção do seu potencial fisiológico, reduzindo o processo respiratório e diminuindo, dessa forma, o processo de deterioração das mesmas (MARCOS FILHO,

2005; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Segundo Merritt et al. (2003), o conhecimento sobre a relação existente entre a temperatura de armazenamento, a umidade relativa do ar ambiente e o teor de água da semente é imprescindível para o desenvolvimento de protocolos de armazenamento de sementes. Segundo Abud et al. (2012), a relação entre essas características é inerente a cada espécie. Isso se deve ao fato de que, dentre outros fatores, sementes de diferentes espécies apresentam diferentes constituições químicas, com distintos componentes de reserva sintetizados e acumulados durante o processo de formação, tais como proteínas, carboidratos, especialmente amido e lipídeos (GRAHAM, 2008).

Os principais ambientes utilizados para o armazenamento de sementes são a câmara fria, a câmara seca e a câmara fria seca (VIEIRA et al., 2001). No entanto, há necessidade de identificar as condições mais adequadas para o armazenamento das sementes de cada espécie, pois assim pode-se ampliar o período de uso das sementes, contribuindo para a conservação e preservação de germoplasma.

Estudos com a asterácea *Acanthospermum hispidum* demonstraram que durante o processo de maturação dos diásporos ocorre alteração no potencial de emergência, podendo, inclusive, a dormência das sementes se expressar no final da fase de maturação fisiológica, ou próximo à dispersão (DUARTE et al., 2012; OOI, 2007). O presente trabalho teve como objetivo analisar a emergência de plântulas de *Schlechtendalia luzulifolia* em duas fases de maturação e conservação de diásporos em câmara seca e fria.

Material e métodos

O material utilizado nos experimentos foi coletado em duas populações (acessos) no Rio Grande do Sul - uma em Porto Alegre, em 2007 (P11), e outra em Tapes, em 2008 (P42). O acesso P11 foi separado em estádios de maturação, cujo reconhecimento baseou-se na fase da deiscência das cipselas no momento da coleta, considerando-se dois estádios: cipselas soltas (CS), as quais se destacavam facilmente dos capítulos pela manipulação; e cipselas presas (CP), cuja separação dos capítulos não ocorria sem imposição de tensão mecânica. A fim de evitar o uso de capítulos muito imaturos, foram utilizados somente aqueles cuja coloração amarelada das inflorescências não era mais

⁷ Informação obtida por Fior, C. S.; Leonhardt, C. A espécie *Schlechtendalia luzulifolia* no Rio Grande do Sul. Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. **Informação verbal**. 2008.

percebida. Já as do acesso P42 foram somente no estádio de cipselas soltas.

Após coletadas, cipselas de ambos os acessos foram separadas dos capítulos e submetidas à determinação do teor de água (TA) através do método da diferença percentual de massa após secagem em estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009). Para tanto, foram utilizadas três repetições de 100 cipselas, às quais tiveram sua massa determinada em balança analítica de precisão, com precisão de 0,001 g.

As cipselas do acesso P11, com CS, foram armazenadas em câmara seca (45 % de umidade relativa do ar, temperatura $\pm 17^{\circ}\text{C}$) e câmara fria (temperatura $\pm 8^{\circ}\text{C}$) pelo período de 14 meses, enquanto as cipselas do acesso P42 foram armazenadas em câmara seca por dois anos. Para os dois acessos foram realizados testes de emergência ao longo do período de armazenamento, aos 0, 3, 4 e 14 meses para P11 e aos 0, 6, 9, 12, 18, 21 e 24 meses para P42.

Para o teste inicial de germinação, cipselas recém-coletadas foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio 2% i.a. e lavadas por três vezes em água destilada para retirada dos resíduos da solução de desinfestação.

Para o acesso P11, realizou-se o teste de viabilidade com sal de tetrazólio (cloreto de 2, 3, 5 - trifenil tetrazólio) (TZ), através do seguinte procedimento: inicialmente as sementes foram envolvidas em papel filtro umedecido com água destilada por 18 h a 25°C . Em seguida foram seccionadas longitudinalmente e imersas em solução de TZ (0,1 %) durante 24 h, no escuro, à temperatura de 25°C . No final desse período, procedeu-se à avaliação ao estereomicroscópio com aumento máximo de 32x. Foram consideradas viáveis as sementes que apresentaram reação ao tetrazólio das estruturas primordiais, sendo tolerada a ausência de reação em um terço da radícula, a partir da extremidade, um terço dos cotilédones oposto à zona de intersecção ao eixo hipocótilo-radícula. Necroses superficiais foram permitidas em até um terço dos cotilédones (BRASIL, 2009).

Os tratamentos adotados para a os testes de germinação de P11 foram regimes térmicos constantes de 20, 25, 30°C e alternados 20- 30°C por 16 e 8 h, respectivamente. Para P42 utilizouse a temperatura constante de 20°C . Todos os experimentos foram conduzidos em presença de luz constante com intensidade luminosa de $3\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W). O procedimento de semeadura foi entre

areia em caixas tipo gerbox (10 x 10 cm) (BRASIL, 2009).

As avaliações de emergência das plântulas foram realizadas a cada três dias, até 30 dias após a observação da emergência da última plântula de cada tratamento. Ao final das avaliações, calculou-se o percentual de emergência em relação ao número de cipselas semeadas (% E), o tempo em dias desde a semeadura até o início da emergência (IE), o tempo médio de emergência (TME), determinado segundo Silva e Nakagawa (1995) e o índice de velocidade de emergência (IVG), com base na soma do número de plântulas formadas, identificadas em cada avaliação, dividido pelo respectivo tempo, dividindo-se o resultado final pelo número total de plântulas formadas em cada repetição, segundo a fórmula de Silva e Nakagawa (1995), modificada conforme sugestão de Santana e Ranal (2004).

O delineamento experimental utilizado em todos os testes foi completamente casualizado, utilizando-se quatro repetições de 25 cipselas por parcela. No teste onde foram avaliados estádios de maturação das cipselas e regimes térmicos na semeadura, utilizou-se esquema fatorial, sendo o fator A com dois níveis (CP e CS) e o fator B com quatro níveis (20, 25, 30 e 20- 30°C). A análise estatística consistiu de teste de normalidade e homocedasticidade, seguido de ANOVA paramétrica e teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade de erro), ou ainda análise de regressão para os testes com tempos de armazenamento e de correlação de Spearman para as variáveis percentual de umidade e de emergência, do acesso P42 durante o armazenamento.

Resultados e discussão

O teor de água das cipselas do acesso P11, em condição de liberação dos capítulos, foi de 19%, enquanto que aquelas ainda presas apresentavam valores próximos a 56%. Esses dados são coerentes com o estádio de maturação dos frutos.

O teste com sal de tetrazólio realizado com o acesso P11 apontou resultados semelhantes entre as sementes dos diferentes estádios de maturação das cipselas, com média de 63% de viabilidade (Tabela 1). Esses resultados indicam que, apesar da aparente imaturidade das cipselas, por ainda não estarem sendo dispersas naturalmente, essa metodologia pode ser utilizada para determinação da sua viabilidade. Contudo, ao

compararmos estes aos resultados obtidos nos testes de emergência através de sementeira entre areia, verificamos que as cipselas soltas apresentaram maior percentual de emergência mostrando, inclusive diferença significativa entre os regimes térmicos testados (Tabela 2). Ajustes na metodologia adotada para o teste de tetrazólio equiparado a testes de emergência e germinação podem contribuir para que esse teste indique com maior precisão a viabilidade das sementes.

Diante desses resultados, pode-se inferir que, para maior aproveitamento das cipselas, visando à produção de mudas, a coleta deve ser realizada na ocasião da dispersão natural. Esses dados não significam, sobretudo, maior viabilidade das sementes no momento da dispersão, conforme demonstrado no teste com sal de tetrazólio, mas sim que as cipselas apresentam maior potencial para formação de plântulas normais se utilizadas após a sua liberação natural dos capítulos. Esses resultados corroboram com o trabalho de Melo et al. (2009), os quais verificaram que sementes da asterácea *Lychnophora pinaster* apresentam maior viabilidade quando testadas no estágio de dispersão das cipselas. De forma similar, Duarte et al. (2012), em estudos visando à determinação da maturação e dormência de outra asterácea (*Acanthospermum hispidum*), observaram que a partir de 14 dias após a antese os diásporos já apresentam potencial para emergir (7%), com máxima emergência aos 21 dias após a antese; contudo, em estádios posteriores (a partir de 28 dias após a antese), instala-se a dormência. Os autores atribuem a baixa emergência aos 14 dias à imaturidade fisiológica das sementes, já que 67% dos diásporos apresentaram dormência nesse estágio.

Dias e Nascimento (2009) relataram que, quando as sementes apresentam capacidade de germinação precoce, geralmente ocorre dormência em estádios posteriores. Os resultados do presente estudo não indicam esse comportamento para sementes de *S. luzulifolia*, diferentemente do que ocorre para outras asteráceas, conforme relatado por Ooi (2007).

Cipselas soltas e temperatura de 20°C apresentaram superioridade no percentual de emergência. Também a 20°C ocorreu o maior índice de velocidade de emergência e o menor tempo médio de emergência. Esses resultados indicam um comportamento dessa espécie diferente de outras asteráceas estudadas por Ferreira et al. (2001). Esses autores observaram que para algumas espécies de asteráceas, como

Baccharis trimera, *Elephantopus mollis*, *Mikania cordifolia* e *Symphypappus casarettoi*, todas nativas do Rio Grande do Sul, o tempo médio de germinação à temperatura de 20°C é maior do que à temperatura 25 ou 30°C.

Nos locais de ocorrência natural de *S. luzulifolia*, o momento de dispersão dos diásporos coincide com elevadas temperaturas e, ocasionalmente, déficit hídrico. Dessa forma, a necessidade de baixa temperatura (20°C) para a germinação das sementes pode estar relacionada a uma estratégia evolutiva adaptada às condições sazonais que proporcionem maior sobrevivência e melhor desenvolvimento das plântulas.

O tempo para início da emergência foi menor a 20°C em relação aos demais regimes térmicos, tanto para cipselas soltas quanto presas ($P < 0,01$).

Sementes da asterácea *Lychnophora pinaster*, com teor de água próximo a 13%, foram armazenadas por seis meses em diferentes ambientes sem perder a viabilidade (MELO et al. 2007). Esse percentual de umidade é semelhante ao determinado em cipselas do acesso P11 no início do teste de armazenamento. Contudo, houve redução na emergência em sementes mantidas no ambiente de câmara fria ao longo de 400 dias, apresentando tendência linear ($P = 0,015$). No entanto, a emergência de plântulas a partir de cipselas armazenadas em câmara seca não apresentou redução significativa até os 400 dias. Além disso, plântulas emergidas de cipselas armazenadas em câmara fria tiveram menor tempo médio de emergência ($P < 0,01$).

As cipselas do acesso P42 tiveram redução da umidade ao longo do período de armazenamento. Essa perda teve uma tendência quadrática decrescente, partindo de 14,2% no início do armazenamento até 8,8% aos 740 dias (Figura 2).

Para ambos os acessos, os maiores valores de emergência de plântulas foram observados nas cipselas recém-coletadas, reduzindo ao longo do período de armazenamento. Para o acesso P42, a linha de tendência definida pela equação de regressão apontou declínio, com tendência quadrática significativa, durante o período de armazenamento (Figura 3). Da mesma forma, houve redução progressiva do teor de água ao longo do período, o que sugere intolerância à dessecação prolongada desses diásporos. O teor de água e o percentual de emergência durante o período de armazenamento do acesso P42 em câmara seca apresentaram correlação positiva significativa com coeficiente de 82% ($P < 0,001$). No entanto, conforme verificado para o acesso

P11, o armazenamento em ambiente de câmara fria, o qual permitiu manutenção da umidade, não se mostrou apropriado para o armazenamento. Esses dados não esclarecem o comportamento das sementes em função da relação entre temperatura e umidade para conservação das mesmas. Em estudos futuros podem-se explorar essas relações utilizando-se diferentes embalagens, as quais possibilitem variações de umidade, adotando-se a temperatura aqui evidenciada como mais efetiva para conservação das sementes.

Comparando o percentual de emergência de ambos os acessos logo após a coleta, percebe-se uma diferença de cerca de 15 pontos percentuais, sendo superior no acesso P42. Essa diferença apresenta relação inversa com o percentual de umidade no ponto de coleta, pois o acesso P42 apresentou cerca de cinco pontos percentuais a menos de teor de água. Considerando que as condições climáticas e o horário de coleta eram semelhantes para ambos os acessos, o que descarta a interferência de umidade externa, as informações relatadas acima sugerem que, mesmo em condições visuais semelhantes, os pontos de dispersão das cipselas, que representariam os tratamentos definidos como CS e CP, são subjetivos e devem ser confirmados pela determinação do teor de umidade em laboratório, devendo-se dar preferência para coleta quando o teor de umidade estiver próximo a 13%.

Conclusões

Diásporos de *Schlechtendalia luzulifolia* coletados na fase de dispersão natural, ou próximo dessa, apresentam elevadas viabilidade e emergência. O regime térmico que permitiu maior percentual de emergência, bem como o menor tempo médio de emergência foi temperatura constante de 20°C. Para a conservação da viabilidade dos diásporos, o ambiente de câmara seca foi mais apropriado em relação ao armazenamento em câmara fria.

Referências

ABUD, H. F. et al. Armazenamento de sementes de xique-xique. **Revista Brasileira de sementes**, v. 34, n. 3, Londrina, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000300015>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

AUGUSTO, Irmão. **Flora do Rio Grande do Sul – Brasil**. Porto Alegre: Imprensa Oficial de Porto Alegre, 1948. 648 p.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Regras para análise de sementes. Brasília: MapCa/ACS, 2009. p. 399.

CABRERA, A. L. *Compositae*. In: BURKART, A. (Ed). **Flora ilustrada de entre rios**. Buenos Aires: INTA, 1974. t. 6, pt. 6, p. 106-538. (Colección Científica del INTA).

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

DIAS, D. C. F. S.; NASCIMENTO, W. M. Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 11-74.

DUARTE, E. F. et al. Maturação e dormência em diásporos de carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC. – Asteraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 441-449, 2012.

FERREIRA, G. C. et al. Germinação de sementes de Asteraceae nativas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 15, n. 2, p. 231-242, 2001.

FIOR, C. S. et al. *Schlechtendalia luzulifolia* Less.: estudos de propagação e localização de populações. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 771-773, 2007.

GOMES, V.; FERNANDES, G. W. Germinação de aquênios de *Baccharis daracunculifolia* D.C. (ASTERACEAE), **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 16, n. 4, p. 421-427, 2002.

GRAHAM, I. A. Seed storage oil mobilization. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 115-142, 2008. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092938>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

JANSEN, R. K.; PALMER, J. D. A chloroplast DNA inversion marks an ancient evolutionary split in the sunflower family (*Asteraceae*). **Proceedings of the National Academy of**

Sciences, Washington, v. 84, p. 5818-5822, 1987.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 495.

MELO, P. R. B. et al. Germinação de aquênios de arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.) armazenados em diferentes condições. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 75-82, 2007.

_____. et al. Aplicação do teste de raios x no estudo da morfologia interna e da qualidade fisiológica de aquênios de arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 146-154, 2009.

MERRIT, D. J. et al. Water sorption characteristics of seeds of four western Australian species. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 53, p. 85-92, 2003. Disponível em:

<<http://www.publish.csiro.au/paper/BT02040.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

MONDIN, C. A.; BAPTISTA, L. R. M. Relações biogeográficas da tribo *Mutisieae* Cass. (*Asteraceae*), sensu Cabrera, no Rio Grande do Sul. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 49-152, 1996.

MONTEIRO, P. P. M.; RAMOS, F. A. Beneficiamento e quebra de dormência de aquênios em cinco espécies florestais do cerrado.

Revista Árvore, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 169-174, 1997.

OOI, M. K. J. Dormancy classification and potential dormancy-breaking cues for shrub species from fire-prone South-eastern Australia. In: ADKINS, S. W.; ASHMORE, S. E.; NAVIE, S. C. (Eds.). **Seeds: biology, development and ecology**. Oxfordshire: CABI, 2007. p. 205-216,

RIO GRANDE DO SUL. Lista final das espécies da flora ameaçadas – RS - Decreto estadual n. 42.099/2003. Disponível em: <www.fzb.rs.gov.br/downloads/flora_ameacada.pdf>. Acesso em: 11 maio 2011.

RIOS, M. et al. Caracterización y distribución espacial del bosque y matorral psamófilo. **ECOPlata-SNAP**, Montevideo, 2010. p. 76. Disponível em: <<http://www.snap.gub.uy/dm/documents/floracosteracompletouversion.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2011.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.

VIEIRA, A. H. et al. **Técnicas de produção de sementes florestais: CT/205**. Rondônia: EMBRAPA Rondônia, 2001. p. 2-4.



Figura 1 - Inflorescências de *Schlechtendalia luzulifolia* em pleno florescimento.

Tabela 1 - Viabilidade de cipselas de *S. luzulifolia* coletados em Porto Alegre, RS, através de teste com sal de tetrazólio.

Tratamentos	Viabilidade (%)
Cipselas soltas	65,6
Cipselas presas	60,5
Valor P	0,371
CV (%)	11,66

Tabela 2 - Emergência e de cipselas *S. luzulifolia* coletados em Porto Alegre (P11) em diferentes estádios de deiscência (TME: tempo médio para emergência; CS: cipselas soltas; CP: cipselas presas).

Estádio	Tratamentos		Emergência		TME	
	Regimes Térmicos (°C)		(%)		(dias)	
CS	20		77	A	31,9	e
	25		17	D	75,6	b
	30		5	De	110	a
	20-30		48	B	63,2	c
CP	20		29	C	29,5	f
	25		6	E	75,7	ab
	30		1	E	84,0	a
	20-30		27	C	50,3	d
Valor P (Estádio)			<0,001		<0,001	
Valor P (Regimes térmicos)			<0,001		<0,001	
Valor P (Interação)			<0,001		<0,001	
CV (%)			29,84		21,50	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey 5 %.

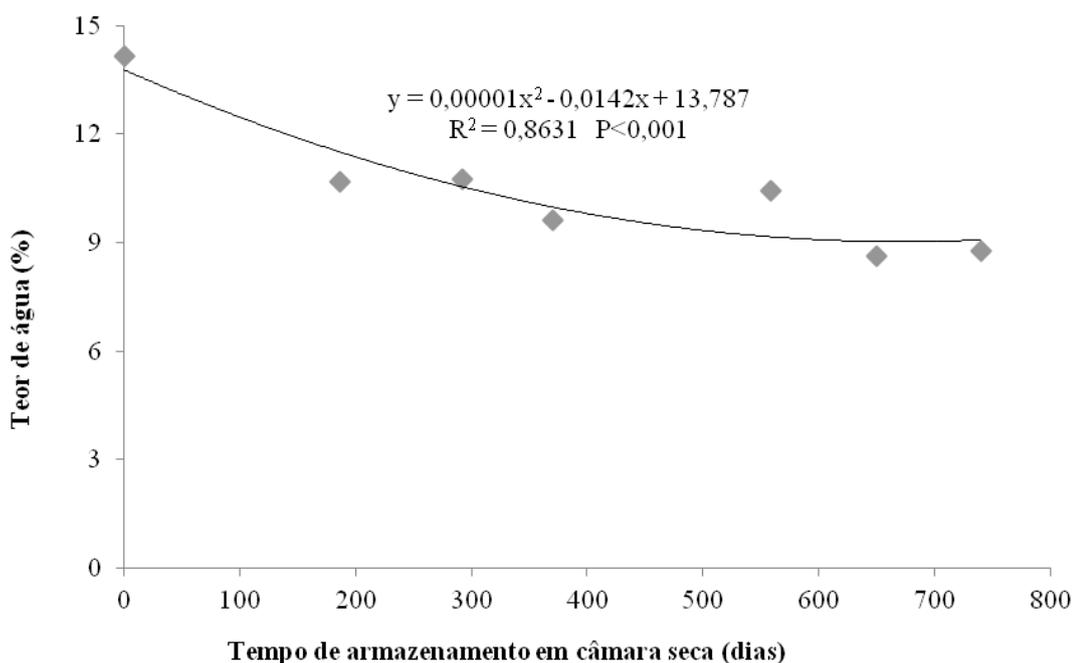


Figura 2 - Teor de água de cipselas de *S. luzulifolia* coletadas em Tapes, RS, durante o período de armazenamento em câmara seca (temperatura constante de 17 °C e umidade relativa do ar de 45%).

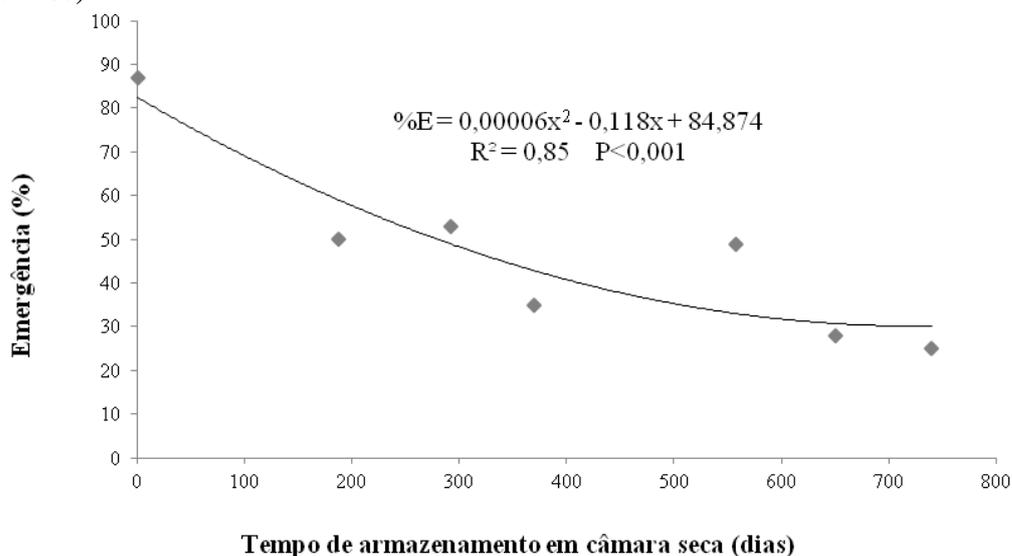


Figura 3 - Percentual de emergência de *S. luzulifolia* (acesso P42) ao longo de 740 dias armazenamento em câmara seca (temperatura constante de 17 °C e umidade relativa do ar de 45 %).

Avaliação de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense*¹

Fábio Aurélio Dias Martins², Alex Teixeira Andrade³, Aurinelza Batista Teixeira Condé⁴, Délio

Borges Godinho⁵, Cristiano Gonçalves Caixeta⁶, Robson Luz Costa⁷,

Alan Willian Vilela Pomela⁸, Carlos Marcelo Silveira Soares⁹

Resumo - O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e a produtividade de 29 híbridos de milho ao serem inoculados com *Azospirillum brasilense*. O experimento foi conduzido em Patos de Minas, MG com 29 híbridos de milho cultivados em sistema plantio direto, submetidos à inoculação do *Azospirillum brasilense* em três ensaios separados: 1) não houve uso da bactéria; 2) aplicação foliar; 3) inoculação na semente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados com três repetições. A análise de variância apresentou resultados significativos para todas as características avaliadas ao aplicar *A. brasilense* foliar. E, ao inocular na semente apenas a variável número de espigas por planta, apresentou resultados significativos pela análise de variância. A análise conjunta não demonstrou efeito significativo para a interação híbridos x forma de inoculação. Mas, as características peso de dez espigas, produção de grãos e sacas por hectare apresentaram resultados significativos para as formas de inoculação. A inoculação foliar da bactéria *A. brasilense* foi a mais eficiente nos diferentes híbridos de milho.

Palavras-chaves: Bactéria fixadora. Nitrogênio. *Zea mays* L.

Evaluation of corn hybrid inoculation with *Azospirillum brasilense*

Abstract - The objective of this study was to evaluate the efficacy of *Azospirillum brasilense* inoculation forms on growth and productivity of different maize hybrids. The experiment was carried out in Patos de Minas, MG under no-tillage, with 29 maize hybrids treated with: 1) no *A. Brasilense* treatment, 2) leaf spray with *A. brasiliense*, 3) seed Inoculation with *A. brasiliense*. The experimental design performed was a factorial scheme (29x3) under a randomized block design, with three replicates. The analyzed variables encompassed growth and yield-related variables i.e.: 10 spike weight, grain yield and bags per hectare. The interaction of hybrids and treatments was not significant. The factor treatment was significant for all considered variables. For leaf spray, all growth-related variables were higher than the water control. And, when inoculating into seeds, only spike number per plant was higher than the untreated control. From the obtained results, *A. brasiliensis* has the potential

¹ Manuscrito submetido em 07/02/2013 e aceito para publicação em 27/05/2013.

² Eng. Agrônomo, M.Sc.Pesquisador da Epamig, Bolsista Fapemig, Patos de Minas/MG, E-mail: fabio.aurelio@epamig.br.

³ Eng. Agrônomo, D.Sc.Pesquisador da Epamig, Bolsista Fapemig, Patos de Minas/MG, E-mail: alex.andrade@epamig.br.

⁴ Eng. Agrônoma, D.Sc.Pesquisadora da Epamig, Bolsista Fapemig, Patos de Minas/MG, E-mail: aurinelza@epamig.br.

⁵ Eng. Agrônomo, Técnico Agrícola da Epamig, Graduando do curso de Agronomia, Patos de Minas/MG, E-mail: delio68@yahoo.com.br.

⁶ Graduando de Agronomia, Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas/MG, E-mail: cristiano.ag2009@hotmail.com.

⁷ Eng. Agrônomo, Pesquisador, Laboratório Biocontrole Farroupilha, Patos de Minas/MG, E-mail: robson@grupofarroupilha.com.

⁸ Eng. Agrônomo, D.Sc.Gerente de Pesquisa, Laboratório Biocontrole Farroupilha, Patos de Minas/MG, E-mail: alan@grupofarroupilha.com.

⁹ Eng. Agrônomo, D.Sc. Coordenador de Produção, Laboratório Biocontrole Farroupilha, Patos de Minas/MG, E-mail: marcelo@grupofarroupilha.com.

for maize growth and yield improvement when the bacterial leaf treatment is used, regardless of the considered hybrid.

Key words: Fixing bacteria. Nitrogen. *Zea mays* L.

Introdução

O Estado de Minas Gerais vem se consolidando como o maior produtor de milho do país, apresentando uma safra recorde em 2011/2012 de sete milhões de toneladas, com uma área de cultivo superior a um milhão de hectares (CONAB, 2012). O clima e os investimentos na lavoura têm garantido esses resultados. No entanto, o uso excessivo de fertilizantes, inclusive o N, um dos nutrientes essenciais ao cultivo do milho, pode vir a causar danos ambientais e aumentar o custo da lavoura.

O N afeta diretamente o crescimento do sistema radicular da planta de milho, o número e massa de grãos e a própria sanidade do grão, além de componentes da produtividade essenciais, tais como o número de espigas por planta (MELGAR et al., 1991) e o número de plantas acamadas e quebradas (GODOY JÚNIOR e GRANER, 1964). A produtividade do milho está associada à atividade metabólica do carbono e do nitrogênio, tendo este um papel direto na acumulação de massa seca nos grãos (MACHADO et al., 1992).

Uma opção para o uso mais eficiente do nitrogênio disponível no solo é a utilização de microorganismos promotores de crescimento tais como a bactéria *Azospirillum brasilense* que poderia levar ao uso mais eficiente desse insumo (FAGES, 1994).

As bactérias da espécie *Azospirillum brasilense* são consideradas bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio atmosférico, que associadas à rizosfera das plantas podem, possivelmente, contribuir com a nutrição nitrogenada delas (BODDEY e DÖBEREINER, 1995). Essas bactérias diazotróficas estão, em geral, amplamente distribuídas no solo e podem colonizar as raízes e o colmo da planta. Encontrar e indicar a estirpe eficiente é de fundamental importância para a utilização sistemática na condução de lavouras de milho, pois essas bactérias de vida livre nem sempre se associam à planta ou contribuem para o crescimento vegetativo da mesma (QUADROS, 2009).

Sabe-se que existe diferença entre os genótipos de milho quanto à eficiência no uso de N e na associação com essas bactérias (REIS

JÚNIOR et al., 2008). Por esse motivo, várias pesquisas (SWEDRZYŃSKA e SAWICKA, 2000; GARCIA-OLIVARES et al., 2007) têm procurado encontrar bactérias que sejam eficientes como fixadoras de N e na produção de substâncias promotoras de crescimento, simultaneamente competitivas com as estirpes de vida livre no solo e ainda selecionar genótipos de milho aptos a associarem-se às bactérias (QUADROS, 2009).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de 29 híbridos de milho mediante diferentes formas de inoculação do *Azospirillum brasilense* (Azos), através da observação quanto ao estímulo no crescimento e produtividade dos híbridos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Sertãozinho, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), localizada em Patos de Minas, MG (18°36'S, 46°31'W e altitude de 940 m) em um Latossolo Vermelho eutrófico.

O experimento consistiu de 29 híbridos de milho (Tabela 1), doados pelas empresas representantes, cultivados em sistema plantio direto. Foram montados três ensaios em separado, na região de Patos de Minas com *A. brasilense*: 1) um ensaio com os 29 híbridos de milho sem inoculação de Azos; 2) um ensaio onde os 29 híbridos receberam uma aplicação foliar de Azos com dosagem de 500 mL.ha⁻¹ numa vazão de 200 L.ha⁻¹ (1 x 10⁸ UFC/ml), quando as plantas apresentaram duas folhas verdadeiras (V2); 3) um ensaio com a inoculação com Azos na semente com dosagem de 300 mL.ha⁻¹ (1 x 10⁸ UFC mL⁻¹). O Azos, estirpe Abv5, utilizado nos ensaios foi proveniente do Laboratório de Biocontrole Farroupilha, situado no município de Patos de Minas.

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento em blocos casualizados, com três repetições. O experimento foi conduzido de oito de dezembro de 2010 a cinco de junho de 2011 em condições de sequeiro. As médias de temperaturas máximas e mínimas e de precipitação pluviométrica, no período de

condução dos ensaios, segundo dados obtidos pelo INMET – Estação Meteorológica de Patos de Minas (MG), é apresentada na Tabela 2.

Foi realizada a sulcagem (sobre palhada dessecada) e na adubação de semente foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico, 48 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 103 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, 4,2 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco e 6 kg ha⁻¹ de sulfato de manganês, como complementação às análises de solo realizadas. As sementes foram plantadas manualmente, sendo seis sementes por metro linear, e então cobertas utilizando-se de sachos, observando a uniformidade da profundidade e distribuição na linha de plantio. Os tratamentos passaram por todos os tratamentos culturais necessários e recomendados para a cultura do milho (MIRANDA et al., 2007). Foram avaliadas as seguintes características: número de plantas deitadas e/ou acamadas, número de espigas por parcela, peso de cinco plantas (kg) coletadas aleatoriamente na parcela útil e utilizando uma balança de precisão com duas casas decimais, peso de 10 espigas (kg) coletadas dentro da parcela útil e utilizando uma balança de precisão com duas casas decimais, aleatoriamente e representativas da parcela, produtividade (kg ha⁻¹) e estimou esses valores para produtividade em sacas por hectare.

Cada parcela constituiu-se de cinco linhas de cinco metros de comprimento com 0,8 m entre linhas e aproximadamente 16,7 cm entre sementes. Na colheita e para avaliação das demais características, colheram-se as três linhas centrais da parcela quando o milho apresentava seus grãos duros, desconsiderando um metro do início e do final de cada linha, resultando numa área útil de 1,6 x 3,0 m (4,8 m²). A colheita foi realizada manualmente e as espigas debulhadas com trilhadora elétrica estacionária. Para o cálculo de produtividade, os teores de umidade dos grãos foram padronizados em 13 % de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância individual e foi verificada a homogeneidade das variâncias residuais, pelo teste de F máximo. Constatada a homogeneidade das variâncias residuais, procedeu-se à análise de variância conjunta. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa Genes (CRUZ, 2006) e a comparação das médias foi realizada utilizando-se o teste de Tukey em nível de significância de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

De maneira geral, durante a condução do experimento de híbridos de milho em Patos de Minas, as condições climáticas, principalmente a distribuição das chuvas (Tabela 2), foi favorável para a expressão do potencial produtivo dos genótipos que exigem um mínimo de 800 mm de água para completar seu ciclo (MIRANDA et al., 2007). A ocorrência de chuvas no início do ciclo foi fundamental para a emergência das plântulas e para a atividade do Azos. A germinação das sementes e o estande inicial dos experimentos não apresentaram falhas que resultassem em prejuízo no rendimento final de grãos.

No ensaio conduzido sem a inoculação de Azos (Tabela 3) não houve diferenças significativas entre os híbridos, para todas as características avaliadas.

A análise de variância indicou diferenças significativas para todas as características avaliadas ao aplicar Azos foliar. E, ao inocular o Azos na semente, apenas a variável número de espigas por planta apresentou resultados significativos na análise de variância. Esses resultados sugerem que a inoculação da bactéria de forma foliar pode ser mais eficiente nos diferentes híbridos de milho e demonstra a possibilidade de selecionar híbridos mais responsivos à inoculação com o Azos. A aplicação de Azos por via foliar mostra-se uma excelente opção para utilização em gramíneas, pois coincide com a fase de aplicação de herbicida, facilitando o manejo para o agricultor. O período para aplicação foliar de Azos, a fase de aplicação foliar e do herbicida, em geral quando as plantas apresentaram duas folhas verdadeiras (V2), coincide com um período de chuvas que, embora favoreça o surgimento de plantas espontâneas, favorece também a bactéria que chega ao solo e dali à rizosfera.

A produtividade média, considerando os três ensaios, superou em muito a produtividade média do Estado de Minas Gerais que gira em torno de 5399 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012), demonstrando o potencial produtivo dos híbridos e da região para produção desse grão. No entanto, as diferenças significativas entre os híbridos, demonstrando resultados positivos ao uso do Azos, ocorreu apenas com a inoculação via foliar (Tabela 4). A maioria dos híbridos apresentou-se mais associativos com as bactérias considerando as três variáveis simultaneamente. Isso demonstra que as condições de cultivo podem afetar diretamente o desempenho esperado com o uso

de bactérias diazotróficas e a especificidade da bactéria ao híbrido avaliado.

A análise conjunta não demonstrou efeito significativo para a interação híbridos x forma de inoculação (Tabela 5). Mas as características peso de dez espigas, produção de grãos e sacas por hectare apresentaram resultados significativos para as formas de inoculação. Foi realizado então um teste de agrupamento de médias para as diferentes formas de inoculação e observou-se que para as características peso de 10 espigas por planta, produtividade de grãos e sacas por hectare nos ensaios, onde houve inoculação tanto foliar quanto na semente, houve melhores resultados indicando que o uso do Azos, independente da forma de aplicação, contribuiu para o melhor desenvolvimento dessas características (Tabela 6), com destaque para inoculação na semente. Corroborando os resultados encontrados por Novakowski et al. (2011) que independente dos níveis de N utilizados obtiveram superioridade na produtividade de grãos de milho ao inocularem a cultura com o *Azospirillum brasilense*.

Nos primeiros estudos realizados com o objetivo de compreender as associações entre plantas e *Azospirillum spp.*, esperava-se que os benefícios obtidos fossem essencialmente derivados da fixação biológica de nitrogênio (DOBELLAERE et al., 2001). Mas é possível perceber que os efeitos positivos proporcionados por esses microrganismos sejam principalmente derivados de alterações morfológicas e fisiológicas nas raízes das plantas inoculadas, acarretando um incremento na absorção de água e nutrientes (OKON e VANDERLEYDEN, 1997). Provavelmente, seja por essa razão que as características relacionadas unicamente à produção, como as avaliadas neste trabalho, não tenham apresentado o aumento esperado, sendo necessário desenvolver trabalhos similares com avaliação de características relacionadas a desenvolvimento de raiz e variáveis relacionados à produção de fotoassimilados.

Existem indícios de que a grande ferramenta de ação do *Azospirillum* sejam os metabólitos que ele produz, destacando auxinas, citocininas, giberelinas e ácido jasmônico (associado à indução de resistência em plantas), que teriam características promotoras do crescimento, inclusive radicular, favorecendo maior absorção de nutrientes e água. Não seria tão importante uma associação bactéria e planta, mas sim exudatos radiculares produzidos pela bactéria e metabólitos associados à planta.

Conclusões

A inoculação da bactéria Azos foi eficiente nos diferentes híbridos de milho, indicando que sua utilização alterou de forma positiva várias características ligadas à produtividade, independente da forma de inoculação, mas com melhor desempenho ao utilizar a inoculação na semente.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas. Ao Laboratório Farroupilha pelo auxílio na condução dos ensaios e doação do *Azospirillum brasilense* para utilização.

Referências

- BODDEY, R. M.; DÖBEREINER, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: recent progress and perspectives for the future. **Fertilizer Research**, Oxford, v. 42, p. 241-250, 1995.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2011/2012**, sexto levantamento, março 2012 / Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2012.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
- DOBELLAERE, S. et al. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, East Melbourne, v. 28, p. 871-879, 2001.
- FAGES, J. *Azospirillum* inoculants and field experiments. In: OKON, Y. (Ed.). ***Azospirillum/plant association***. Boca Raton: CRC, 1994. p. 87-109.
- GARCÍA-OLIVARES, J. G. et al. Efecto de cepas de *Azospirillum brasilense* en el crecimiento y rendimiento de grano del maíz. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 30, n. 3, p. 305-310, 2007.

- GODOY JÚNIOR, C.; GRANER, E. A. Milho: adubação mineral nitrogenada. IV – Parcelamento do calnitro. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 39, p. 185-189, 1964.
- MACHADO, E. C. et al. Fotossíntese, remobilização de reservas e crescimento de grãos em dois híbridos de milho sob deficiência hídrica na fase de enchimento dos grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 51, n. 2, p. 151-159, 1992.
- MELGAR, R. J. et al. Doses e épocas de aplicação de fertilizante nitrogenado para milho em latossolo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 289-296, 1991.
- MIRANDA, G. V. et al. Milho (*Zea Mays* L.) In.: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. **101 culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: Epamig, 2007. 800 p.
- NOVAKOWISKI, J. H. et al. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, p. 1687-1698, 2011. Suplemento 1.
- OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **ASM News**, Washington, v. 63, p. 364-370, 1997.
- QUADROS, P. D. **Inoculação de *Azospirillum* spp. em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- REIS JUNIOR, F. B. et al. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1139-1146, 2008.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. Cluster analysis method for means in the analysis of variance. **Biometrics**, Arlington, v. 30, p. 507-512, 1974.
- SWĘDRZYŃSKA, D.; SAWICKA, A. Effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on development and yielding of maize (*Zea mays* ssp. *saccharata* L.) under different cultivation conditions. **Polish Journal of Environmental Studies**, Olsztyn, v. 9, n. 5, 2000.

Tabela 1 - Descrição dos híbridos de milho, empresas detentoras e peneira recomendada.

Híbrido	Empresa	Peneira recomendada	Híbrido	Empresa	Peneira recomendada
30A25HX	Agromen	20R	Impacto TL	NK	20C
30A91HX	Agromen	RC2	30F53H	Pioneer	R4
30A86HX	Agromen	C3C	RBX 9007	Riber	21
30A95HX	Agromen	C4C	DKB	Dekalb	R3L
30A77HX	Agromen	20R	DKB 390	Dekalb	C3L
2B707HX	Dow	C3C	RB 9108	Riber	18R2
2B587HX	Dow	C1C	RB 9110YG	Riber	20R2
8K90018HX	Dow	20R	BG 9720	Agrocerec	R1
2B280HX	Dow	22	AG 7088	Agrocerec	C2
8B8457HX	Dow	22	AG	Agrocerec	C2L
2A550HX	Dow	NI	AG	Agrocerec	R2GM
7B7366HX	Dow	22	P3646H	Pioneer	C2
2B604HX	Dow	C2C	30 F35H	Pioneer	R2
7K8255HX	Dow	22	BG7049Y	Biogene	C1
Status TL	NK(Syngenta)	18R1			

Tabela 2 - Precipitação total e médias de temperatura (máxima e mínima) mensais no período de condução do experimento, entre dezembro de 2010 e junho de 2011 (INMET – Estação Meteorológica de Patos de Minas, MG).

Meses	Precipitação total (mm)	Temperatura	
		máxima (°C)	mínima (°C)
Dezembro	493,10	29,70	19,00
Janeiro	398,30	18,60	18,20
Fevereiro	72,10	30,70	18,30
Março	463,90	27,80	18,30
Abril	72,70	28,10	16,50
Mai	0,40	27,30	14,20
Junho	24,20	26,10	12,70

Tabela 3 - Análises de variâncias individuais para as características número de espigas por parcela (N.ESP), peso de cinco plantas (5 PL) (kg), peso de dez espigas por planta (10 ESP) (kg), produtividade de grãos em kg/ha (PG) e produtividade em sacas ha⁻¹ (SACAS), nos ensaios sem inoculação do Azos, com inoculação foliar e inoculação na semente na safra agrícola 2010/2011.

Ensaio sem inoculação do Azos						
FV	GL	Nº ESP	5PL	10ESP	PG	SACAS
Blocos	2	1.07	1.35	0.23	6273115	2693.73
Híbridos	28	54.99 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.11 ^{ns}	3880436 ^{ns}	1289.81 ^{ns}
Resíduo	56	37.69	0.23	0.12	4057785	1172.38
Média		46.31	2.00	1.71	7490	123.68
CV (%)		13.25	24.07	20.22	26.89	27.68
Ensaio com inoculação foliar do Azos						
Blocos	2	20,72	2,57	0,09	4342294	1206,03
Híbridos	28	22,71*	0,42 ^{ns}	0,08*	1492832*	414,07*
Resíduo	56	13,91	0,32	0,03	756288	210,08
Média		49,68	2,38	2,09	10205	170,08
CV (%)		7,51	23,84	8,14	8,52	8,52
Ensaio com inoculação do Azos na semente						
Blocos	2	5,01	1,82	1,57	21501567	5971,82
Híbridos	28	26,60*	0,25 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1655392 ^{ns}	459.83 ^{ns}
Resíduo	56	13,10	0,22	0,06	1294218	359.51
Média		48,78	2,48	2,23	10612	176.88
CV (%)		7,42	18,97	11,43	10.72	10.72

^{ns}Não-significativo; *Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. FV = fontes de variação. GL = graus de liberdade. CV= coeficiente de variação (%).

Tabela 4 - Médias⁽¹⁾ dos híbridos de milho em relação às variáveis peso de dez espigas por planta (10ESP) (kg), produtividade de grãos em kg ha⁻¹ (PG) e produtividade em sacas ha⁻¹ (SACAS), nos ensaios sem inoculação do Azos, com inoculação foliar e inoculação na semente na safra agrícola 2010/2011.

Híbridos	Sem Inoculação com Azos			Inoculação Azos foliar			Inoculação Azos na Semente		
	10 espigas	PG	Sacas	10 espigas	PG	Sacas	10 espigas	PG	Sacas
30A25HX	1,87 a	8567 a	142,79 a	2,21 ab	10866 ab	181,11 ab	1,93 a	9733 a	162,23 a
30A91HX	1,64 a	6626 a	110,44 a	2,06 ab	10255 ab	170,92 ab	2,08 a	10210 a	170,18 a
30A86HX	1,57 a	7712 a	128,54 a	2,02 ab	10107 ab	168,46 ab	2,21 a	10646 a	177,44 a
30A95HX	1,83 a	7696 a	128,27 a	2,35 ab	12249 a	204,16 a	2,20 a	11136 a	185,61 a
30A77HX	1,64 a	6675 a	77,92 a	2,07 ab	10805 ab	180,10 ab	2,01 a	11376 a	189,61 a
2B707HX	1,44 a	6203 a	103,39 a	2,06 ab	9460 ab	157,68 ab	2,02 a	10782 a	179,71 a
2B587HX	1,95 a	8191 a	136,52 a	2,07 ab	10855 ab	180,93 ab	2,23 a	9712 a	161,87 a
8K90018HX	2,00 a	8648 a	144,14 a	2,16 ab	9372 b	156,21 b	2,36 a	11083 a	184,73 a
2B280HX	1,69 a	6809 a	113,49 a	1,83 b	10183 ab	169,73 ab	2,11 a	11699 a	194,99 a
8B8457HX	1,44 a	6650 a	110,85 a	2,10 ab	9593 ab	159,89 ab	2,49 a	11455 a	190,92 a
2A550HX	1,75 a	8043 a	134,06 a	1,87 b	9770 ab	162,83 ab	2,16 a	11809 a	196,83 a
7B7366HX	1,80 a	8575 a	142,92 a	1,92 ab	10649 ab	177,48 ab	2,00 a	9942 a	165,71 a
2B604HX	1,60 a	6181 a	103,03 a	2,12 ab	10122 ab	168,71 ab	2,10 a	10091 a	168,19 a
7K8255HX	1,55 a	7819 a	130,32 a	1,94 ab	9699 ab	161,66 ab	2,04 a	10410 a	173,51 a
Status TL	1,55 a	6486 a	108,10 a	2,16 ab	9788 ab	163,14 ab	2,31 a	10122 a	168,72 a
Impacto TL	1,77 a	9046 a	150,77 a	1,82 b	9583 ab	159,72 ab	2,15 a	9000 a	150,01 a
30F53H	1,74 a	7323 a	122,06 a	2,11 ab	9964 ab	166,08 ab	2,22 a	11201 a	186,69 a
RBX 9007	1,64 a	5800 a	96,67 a	2,35 ab	10333 ab	172,22 ab	2,57 a	11664 a	194,41 a
DKB 393YG	1,84 a	7058 a	117,64 a	2,47 a	10227 ab	170,46 b	2,48 a	10086 a	168,11 a
DKB 390 PRO	1,63 a	8691 a	144,85 a	2,09 ab	11101 ab	185,02 ab	2,13 a	11531 a	192,19 a
RB 9108	1,27 a	5624 a	93,75 a	2,10 ab	9784 ab	163,07 ab	2,30 a	10024 a	167,08 a
RB 9110YG	1,90 a	8799 a	146,66 a	1,92 ab	10231 ab	170,52 ab	2,22 a	10791 a	179,86 a
BG 9720	2,17 a	9450 a	157,51 a	2,04 ab	9624 ab	160,40 ab	2,62 a	9866 a	164,44 a
AG 7088	1,65 a	5776 a	96,28 a	2,10 ab	9140 b	152,34 b	2,25 a	10906 a	181,77 a
AG 8088YG	2,03 a	9726 a	162,10 a	2,07 ab	9887 ab	164,80 ab	2,26 a	9397 a	156,63 a
AG 8061PRO	1,75 a	7698 a	128,30 a	1,96 ab	9597 ab	159,95 ab	2,40 a	10677 a	177,97 a
P3646H	1,62 a	6855 a	114,26 a	2,30 ab	10979 ab	182,99 ab	2,39 a	11316 a	188,61 a
30 F35H	1,81 a	7471 a	124,52 a	2,27 ab	11645 ab	194,08 ab	2,22 a	10332 a	172,20 a
BG7049Y	1,87 a	8567 a	142,79 a	2,36 ab	10068 ab	167,81 ab	2,26 a	10763 a	179,39 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 5 - Análise de variância conjunta para as características número de espigas por parcela (N.ESP), peso de cinco plantas (5PL) (kg), peso de dez espigas por planta (10ESP) (kg), produtividade de grãos em kg ha⁻¹ (PG) e produtividade em sacas ha⁻¹ (SACAS), nos ensaios sem inoculação do Azos, com inoculação foliar e inoculação na semente na safra agrícola 2010/2011.

FV	GL	N. ESP	5PL	10ESP	PG	SACAS
Blocos/Amb	6	8,93	1,92	0,63	10705658	2973,52
Híbridos	28	47,06 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1988324 ^{ns}	552,29 ^{ns}
Formas de Inoculação (I)	2	266,09 ^{ns}	5,60 ^{ns}	6,38*	250675085*	69631,58*
H x I	56	28,62 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,08 ^{ns}	2520168 ^{ns}	700,01 ^{ns}
Resíduo	168	21,56	0,25	0,07	2036097	565,58
Média		48,26	2,28	2,01	9436	157,27
CV (%)		9,62	22,22	13,26	15,12	15,12

^{ns}Não-significativo; *Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. FV = fontes de variação. GL = graus de liberdade. CV= coeficiente de variação (%)

Tabela 6 - Médias das formas de inoculação do Azos em híbridos de milho em relação às características número de espigas por planta (N^oESP), peso de cinco plantas (5PL) (kg), peso de 10 espigas (10ESP), produção de grãos (PG) (kg ha⁻¹) e produtividade em sacas ha⁻¹ (SACAS) avaliados em Patos de Minas, MG na safra agrícola 2010/2011.

Forma de Inoculação do Azos ¹	N. ESP	5PL	10ESP	PG	SACAS
Sem inoculação	46,31 a	2,00 a	1,71 b	7490 b	124,83 b
Inoculação foliar	49,69 a	2,38 a	2,10 ab	10205 ab	170,08 ab
Inoculação da semente	48,79 a	2,48 a	2,23 a	10612 a	176,88 a

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott.

Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface¹

Claudia Klein², Jucelaine Vanin³, Eunice Oliveira Calvete⁴,
Wilson Antonio Klein⁵.

Resumo- O conhecimento dos substratos utilizados na produção de mudas é de fundamental importância, pois esses devem apresentar características químicas e físicas ideais ao crescimento. Realizou-se a caracterização química e física e a avaliação do efeito do substrato Horta 2[®] e sua combinação com casca de arroz carbonizada no desenvolvimento de mudas de duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.). O experimento foi conduzido em casa de vegetação. Os tratamentos consistiram na combinação fatorial do substrato comercial Horta 2[®] puro e da mistura deste com proporções de volume (1:1, 3:1v/v) de casca de arroz carbonizada e duas cultivares de alface ‘Pira 72 Belíssima’ e ‘Pira 63 Roxa’. O experimento foi disposto em blocos casualizados com três repetições. Avaliaram-se as propriedades físicas, químicas no substrato e aos 14, 21, 28 e 35 dias após a semeadura as respostas biológicas das mudas através de parâmetros fitométricos. O uso de casca de arroz carbonizada com o substrato Horta 2[®] primazia as características físico-químicas destes, o que é vantajoso para o desenvolvimento de mudas de alface.

Palavras-chave: Parâmetros fitométricos. Propriedades físicas e químicas.

Chemical and physical characterization of substrates in the production of lettuce plantlets

Abstract - Knowing the substrates used in the production of plantlets is important because they must provide ideal physical and chemical characteristics for growth in propagation. It was conducted chemical and physical characterization and evaluation of the effect of substrate Horta 2[®] and its combination with carbonized rice hull in the development of plantlets of two lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.). The experiment was conducted in a greenhouse. Treatments consisted of a factorial combination of commercial substrate Horta 2[®] and this substrate mixed with carbonized rice hull (1:1, 3:1 v/v) and two lettuce cultivars ‘Pira 72 Belíssima’ and ‘Pira 63 Roxa’. The experiment was arranged in a randomized complete block design with three replicates. Physical and chemical properties of the substrates and at 14, 21, 28 and 35 days after sowing the plantlet biological responses through phytometric parameters were evaluated. The use of carbonized rice hull with Horta 2[®] substrate prioritizes the physico-chemical characteristics of these, which is advantageous for the development of lettuce plantlets.

Key words: Photometric parameters. Physical and chemical properties.

¹ Manuscrito submetido em 25/02/2013 e aceito para publicação em 27/05/2013.

² Eng. Agr. Me., Doutoranda em Agronomia PPGAgro. Universidade de Passo Fundo (UPF/FAMV). BR 285, São José / Passo Fundo/RS. klein811@hotmail.com.

³ Eng. Agr. Me., Instrutora Senar/RS. Vila Maria/RS. jucelainev@hotmail.com.

⁴ Eng. Agr. Dra., Professora da Universidade de Passo Fundo (UPF/FAMV). calveteu@upf.br.

⁵ Eng. Agr., Dr., Professor da Universidade de Passo Fundo (UPF/FAMV). vaklein@upf.br.

Introdução

O sucesso da produção hortícola é determinado pela qualidade das mudas, pois quando bem formadas poderão expressar todo seu potencial genético (TRANI et al., 2004). De forma geral, a produção de hortaliças altamente dependente da utilização de insumos, especialmente os substratos que são largamente utilizados na formação de mudas em bandejas (SILVEIRA et al. 2002).

O grande problema da produção de mudas em recipientes é o de assegurar o crescimento e produção de biomassa aérea com volume limitado de raízes, restritas a um pequeno volume de substrato (LAMAIRE, 1995). Dessa forma, quanto menor for o espaço disponível às raízes, mais difícil será o suprimento de fatores ótimos de produção que garantam o crescimento e desenvolvimento normal da muda (JUNGK, 1975).

Segundo Fermino e Bellé (2008), plantas hortícolas em algumas fases de seu desenvolvimento são cultivadas em recipientes e o meio em que se desenvolvem as raízes que servem de suporte à planta é denominado de substrato, sendo sua qualidade determinada por características físicas, químicas e biológicas.

Atualmente, é muito difundido entre os produtores de mudas o uso de casca de arroz carbonizada, por ser um material barato e de ampla disponibilidade. O principal problema desse produto é a alta porosidade, não retraindo água suficientemente para as fases iniciais de desenvolvimento das mudas, daí a importância do uso de misturas, que melhoram as propriedades do substrato, especialmente quanto à disponibilidade de água.

As propriedades químicas utilizadas para a caracterização de um substrato são o pH, a capacidade de troca de cátions (CTC), a salinidade e o teor de matéria orgânica (SCHMITZ, SOUZA, KÄMPF, 2002). Segundo Kämpf (2000), entre as propriedades físicas mais importantes, encontram-se a densidade do substrato, a porosidade total, o espaço de aeração e a capacidade de retenção de água. Dificilmente um material reúne todas as características apropriadas às necessidades das plantas, sendo prática frequente o uso de misturas que permitam obter as propriedades desejadas (DAMIANI e SCHUCH, 2009).

Em consequência da escassez de informações sobre substratos, o objetivo do trabalho foi determinar características físicas e químicas de

misturas de substratos e avaliar o efeito na produção de mudas de duas cultivares de alface, em ambiente protegido.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada a uma latitude de 28° 15' 41" S, longitude de 52° 24' 45" W, com altitude média de 690 metros.

O delineamento experimental foi em delineamento em blocos inteiramente casualizados com três repetições, com tratamentos dispostos em fatorial 3 x 2. Esses foram constituídos de três substratos Horta 2[®] puro (S1), 75 % de Horta 2[®] + 25% casca de arroz carbonizada (S2) e 50 % Horta 2[®] + 50 % casca de arroz carbonizada (S3) e duas cultivares de alface do tipo crespa Pira 72 Belíssima - vermelha (C1) e Pira 63 Roxa (C2). O substrato Horta 2[®] tem como composição básica casca de pinus, vermiculita, corretivo de acidez e fertilizantes minerais, em quantidades não fornecidas pelo fabricante, suas garantias são: capacidade de retenção de água de 60 % em massa; CTC de 200 mmol_c kg; e umidade máxima de 60 % em massa (p/p).

Realizou-se semeadura manual, colocando-se uma semente no centro da cavidade de cada célula das bandejas. Após a semeadura, as bandejas foram sustentadas a uma altura de 1,3 m do solo. A irrigação foi realizada por microaspersão quatro vezes ao dia, durante três minutos, e a adubação foi efetuada semanalmente com macro e micronutrientes por via foliar.

Sete dias após a semeadura avaliou-se o poder germinativo (PG), e aos 14, 21, 28 e 35 dias após a germinação (DAG) foram escolhidas aleatoriamente cinco plantas de cada parcela, totalizando 15 plantas por tratamento, para a avaliação dos seguintes parâmetros fitométricos: altura de planta (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro de colo (DC), massa fresca de raiz (MFR) e parte aérea (MFA), massa seca de raiz (MSR) e parte aérea (MSA), volume de raiz (VR), relação raiz/parte aérea (RRA), conteúdo de água da planta (CAP), obtido pela divisão da MSR pela MSA. A massa seca foi avaliada com a secagem das plantas em estufa a 65 °C até massa constante.

As análises químicas do substrato mensuradas foram: pH (1:5 v/v), condutividade elétrica (CE) (1:5 v/v) e capacidade de troca catiônica (CTC), e as análises físicas (três repetições): densidade de substrato (DS), densidade de sólidos (DSS),

porosidade total (PT), espaço de aeração (PA) e água disponível (AD) através da curva de retenção de água conforme Instrução Normativa n.17 (BRASIL, 2007).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro e regressão.

Resultados e Discussão

As características físicas e químicas dos substratos estão destacadas na Tabela 1. Nos substratos analisados, o valor de pH foi 6,4. Conforme Schmitz, Souza e Kämpf (2002), em valores de pH entre 6,0 e 7,0 ocorre uma adequada disponibilidade de nutrientes nos substratos. Já segundo Waldemar (2000), em substratos orgânicos, o valor de pH varia de 5,2 a 5,5, pode-se considerar a faixa ideal de pH de 5,5 a 6,5 (BAUMGARTEN, 2002). A faixa de pH de 6,0 a 6,8 é propícia ao desenvolvimento da alface, tanto que não se observou durante o período nenhuma deficiência visível de nutrientes, já que nos três substratos o pH ficou dentro dos limites apresentados por diversos autores, por conseguinte capaz de disponibilizar os nutrientes necessários à planta.

Os valores obtidos para condutividade elétrica são considerados adequados para S1 e S2, conforme Ballester-Olmos (1993), que considera 0,75-2,0 mS cm⁻¹ a faixa ideal para sementeiras e mudas em bandejas, sendo a exceção o S3 que apresenta CE 0,60 mS cm⁻¹. A menor condutividade elétrica desse substrato pode ser explicada pelas características da casca de arroz carbonizada que representam 50 % deste. Kämpf (2000) destacou que a casca de arroz carbonizada é um material de baixa salinidade, mais recomendado para enraizamento de estacas.

Valores de CTC de 10 a 30 cmol_c L⁻¹ são recomendados por Conover (1967), de 6,0 cmol_c L⁻¹ a 15 cmol_c L⁻¹ por Fonteno (1996), 20 cmol_c L⁻¹ por Martinez (2002). Para essa propriedade, obtiveram-se valores entre 211 a 323 mmol_c kg⁻¹ (14,45 a 23,93 cmol_c L⁻¹), indicando ser adequada à retenção de cátions (Tabela 1), e essa reserva de nutrientes pode posteriormente ser disponibilizada à muda que vai se desenvolver nesse substrato.

A DSS é utilizada para o cálculo de espaço poroso. Quanto maior for a DSS, maior será o percentual de aeração, portanto, melhor as condições para o desenvolvimento da muda, como pode ser observado na Tabela 1.

A porosidade total para substratos deve apresentar valores mínimos de 85 % (DE BOODT e VERDONCK, 1972). Nos três substratos, os valores da PT ficaram acima da faixa ideal (Tabela 1). Os três substratos apresentaram valores de PT próximos a 85 %, o que significa que as mudas de alface terão adequado espaço poroso para realização de processos dinâmicos com o ar e solução do solo.

Ressalta-se que substratos com alto teor de umidade encarecem o custo de transporte do mesmo. Neste caso, os substratos apresentaram de 55 a 57% de umidade (Tabela 1), ou seja, mais da metade da massa é água.

A densidade do substrato variou de 211 a 232 kg m⁻³, dentro da faixa recomendada para cultivo de mudas em bandejas que está entre 100 e 300 kg m⁻³, conforme recomendado por Fermino e Bellé (2008) e, dentro da ideal proposta também por Grolli (1991) (Tabela 1).

A faixa de 0,24 a 0,40 m³ m⁻³ é aquela considerada ideal para o volume de AD de substratos por De Boodt e Verdonck (1972). O S3, embora abaixo da faixa ideal, pressupõe que esse material esteja bem próximo às condições de garantir disponibilidade de água às plantas. Os materiais S1 e S2 apresentaram reduzido volume de AD, ficando abaixo do limite mínimo, o que indica que a disponibilidade de água é um fator de restrição de uso destes materiais.

Conforme Tabela 2, o S1 retém mais água na sua estrutura, e o S3 é o que retém menos, por consequência necessita de ciclos de irrigação mais constantes. Um dos motivos dessa menor retenção de água é a presença de 50 % de casca de arroz carbonizada neste substrato. Conforme Fermino e Bellé (2008), a casca de arroz carbonizada apresenta elevada porosidade, destacando-se pelo elevado espaço de aeração e baixa retenção de água.

Guerrini e Trigueiro (2004), estudando os atributos químicos e físicos de substratos, constataram que o aumento da porcentagem de casca de arroz carbonizado a biossólidos proporcionou o aumento de porosidade, principalmente macroporos com a consequente redução da capacidade de retenção de água no substrato. Por outro lado, o S3 embora com menor retenção de água, apresentou mais aeração e água facilmente disponível às plantas. Enquanto que o S1 reteve mais água, porém apresentou maior quantidade de sólidos e também de água remanescente, ou seja, água que a planta não consegue retirar dos poros e a menor quantidade

de água disponível em relação aos demais (Tabela 3).

Para substratos hortícolas, o espaço de aeração (EA) ideal proposto por Penningsfeld (1983) é de $0,30 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Os valores encontrados nos substratos analisados ultrapassaram, em média, 13% do valor ideal, sendo que em S1 o EA é de $0,34 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, S2 de $0,36 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e S3 de $0,36 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (Tabela 3).

Com respeito à avaliação das plantas, o percentual médio de germinação atingido foi de 96%; no S2, de 92%; e no S3, de 96%, não ocorrendo diferença estatística entre esses. Considerando os substratos isoladamente na média das duas cultivares, o PG foi semelhante entre os tratamentos. Ao considerar-se o PG nas cultivares, o C1 teve menor percentagem de germinação, sendo esta de 92 %, e o C2 obteve 98 % de sucesso na germinação, conforme representação esquemática da Figura 1.

Todos os parâmetros fitométricos da alface apresentaram diferenças nas épocas de avaliação, como já se esperava, devido ao crescimento e desenvolvimento da mudas de alface (Tabela 4). Somente o parâmetro massa fresca de raiz (MFR) apresentou diferença significativa entre cultivares, sendo que o C1 obteve maior massa de raiz do que o C2. O S3 obteve maior comprimento de raiz, porém este não diferindo dos demais.

Os parâmetros DC e CR desenvolveram-se de maneira crescente no tempo de desenvolvimento das mudas (Figura 4). As variáveis MFA, MFR, MSR, VR e o CAP também aumentaram conforme o período de avaliação, porém, não tiveram diferenças estatísticas aos 14 e os 21 dias, e os maiores valores de parâmetros fitométricos foram obtidos na última avaliação, aos 35 dias após a sementeira (Tabela 4). Ressalta-se que não ocorreu nenhum estresse hídrico durante o período de avaliação, o que pode justificar a não diferença estatística entre os substratos, pois em condição de restrição hídrica o substrato com mais água disponível - neste caso o S3 - tem todas as condições de se sobressair aos demais e proporcionar melhores condições ao desenvolvimento das mudas até que a água seja restituída ao sistema.

A altura das mudas não diferiu estatisticamente aos 21, 28 e 35 dias. A maior MSA foi obtida aos 35 dias, e nas demais avaliações não diferiram estatisticamente. Já a RRA foi melhor aos 14 dias, sendo que esta diminuiu no tempo, porém, não diferindo estatisticamente nas demais épocas (Tabela 4).

Observa-se na Figura 2 a variável comprimento de raiz (CR) em relação ao substrato, e na Figura 3, a MFR em resposta às cultivares. A variável CR apresentou comportamento linear. O comprimento de raiz foi maior no S3 aos 35 dias após a sementeira (Figura 2), o que se justifica especialmente devido às características físicas dos substratos que permitiram maior exploração pelas raízes dentro do espaço de cada célula, considerando que a casca de arroz carbonizada tem baixa retenção de água, o seu uso com o substrato Horta 2[®], além da melhoria nas características físicas e químicas do mesmo, oportunizou melhor desenvolvimento (CR).

Dentre as cultivares analisadas, a MFR se destacou para C1 (Pira 72 Belíssima), especialmente aos 35 dias após a sementeira, como pode ser observado na Figura 3.

Conclusões

O uso de casca de arroz carbonizada com o substrato comercial Horta 2[®] melhora as características físico-químicas da mistura, o que é benéfico para o desenvolvimento das variedades de alface analisadas.

O uso da casca de arroz carbonizada em mistura com substrato comercial diminui os custos ao produtor de mudas, uma vez que é um material extremamente barato, de alta disponibilidade e quando usado em mistura melhora consideravelmente a retenção de água.

Referências

BALLESTER-OLMOS, J. F. **Substratos para el cultivo de plantas ornamentales**. Madrid: Saijen, 1993. 44 p.

BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p. 7-15.

BRASIL. Instrução normativa n. 17, de 21 de maio de 2007: aprova os métodos analíticos oficiais para análise de substratos e condicionadores de solos e revoga a Instrução Normativa_n. 46, de 12 de setembro de 2006. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 99, Seção 1, p. 8.

- CONOVER, C. A. Soil amendments for pot and field grown flowers. **Florida Flower Grower**, Florida, v. 4, n. 4, p. 1-4, 1967.
- DAMIANI, C. R.; SCHUCH, M. W. Enraizamento *in vitro* de mirtilo em condições fotoautotróficas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1012-1017, 2009.
- DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in floriculture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 26, p. 37-44, 1972.
- FERMINO, M. H.; BELLÉ, S. Substratos hortícolas. In: PETRY, C. (Org.) **Plantas ornamentais, aspectos para a produção**. Passo Fundo: UPF, 2008. p. 46-58.
- FONTENO, W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: REED, D.W. (Ed.) **A Growers guide to water, media, and nutrition for greenhouse crops**. Batavia: Ball, 1996. p. 93-122.
- GROLLI, P. R. Composto de lixo domiciliar urbano como condicionador de substratos para plantas arbóreas. Porto Alegre: UFRGS, 1991. 125 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GUERRINI A.; TRIGUEIRO R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1069-1076, 2004.
- JUNGK, A. Eigenschaften des Torfs und anderer Substrate in ihrer Bedeutung für die Ernährung der Pflanze. **Telma**, v. 5, p. 167-187, 1975.
- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2000. 254 p.
- LAMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 396, p. 273-284, 1995.
- MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: IAC, 2002. p. 53-73 (Documentos).
- PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den Gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. **Plant and Soil**, The Hague, v. 75, p. 269-281, 1983.
- SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 937-944, 2002.
- SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.
- TRANI, P. E. et al. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 290-294, 2004.
- VERDONCK, O.; DE VLEESCHUWER, D.; DE BOODT, M. The influence of substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 126, p. 251-258, 1981.
- WALDEMAR, C. C. A experiência do DMLU como fornecedor de resíduos úteis na composição de substratos para plantas. In: KÄMPF, A. N.;
- FERMINO, M. H. (Eds.) **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 171-176.

Tabela 1 - Características químicas e físicas dos substratos (S1, S2, S3), umidade do substrato, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), capacidade de troca catiônica (CTC), densidade dos sólidos do substrato (DSS), porosidade total (PT), Passo Fundo, 2013.

Subs.	Umidade ¹ (%)	pH (água)	CE (mS/cm)	CTC (mmol _c kg ⁻¹)	DS (kg m ⁻³)	DSS (kg m ⁻³)	PT (m ³ m ⁻³)
S1*	57,50	6,4	0,94	323,42	232	1351	0,83
S2	55,67	6,4	0,80	266,78	214	1410	0,85
S3	56,67	6,4	0,60	211,88	211	1460	0,86
Ideal ²	-	5,5-6,5	0,75-2,0	>12	170-1000	-	0,85

*¹ 65 °C. ² Valores médios estabelecidos por: Fermino e Bellé (2008) (pH); Ballester-Olmos (1993) (CE); Verdonk, De Vleeschuwer, De Boodt (1981) (CTC); Grolli (1991), (DS); De Boodt e Verdonck (1972) (PT) (AD). S1- 100 % Horta 2, S2-75% de Horta 2 + 25% casca de arroz carbonizada, S3- 50% Horta 2 + 50% casca de arroz carbonizada C1- Pira 72 Belíssima - vermelha e (C2) Pira 63 Roxa.

Tabela 2 - Retenção de água em diferentes tensões em função do substrato, Passo Fundo, 2013.

Substrato	Potencial mátrico (kPa)			
	0	10	50	100
	m ³ m ⁻³			
S1*	0,828	0,486	0,402	0,392
S2	0,850	0,488	0,362	0,350
S3	0,860	0,495	0,272	0,263

*S1- 100 % Horta 2, S2-75% de Horta 2 + 25% casca de arroz carbonizada, S3- 50% Horta 2 + 50% casca de arroz carbonizada C1- Pira 72 Belíssima - vermelha e (C2) Pira 63 Roxa.

Tabela 3 - Caracterização dos substratos quanto aos sólidos, espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água remanescente (AR), Passo Fundo, 2013.

Substrato	Sólidos	EA	AFD	AT	AR
	m ³ m ⁻³				
S1*	0,172	0,343	0,084	0,010	0,391
S2	0,150	0,363	0,126	0,012	0,349
S3	0,140	0,365	0,223	0,090	0,263

*S1- 100 % Horta 2, S2-75% de Horta 2 + 25% casca de arroz carbonizada, S3- 50% Horta 2 + 50% casca de arroz carbonizada C1- Pira 72 Belíssima - vermelha e (C2) Pira 63 Roxa.

Tabela 4 - Valores médios de altura de planta (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro de coleto (DC), massa fresca de raiz (MFR) e parte aérea (MFA), Massa seca aérea (MSA) e de raiz (MSR), volume de raiz (VR), relação raiz/parte aérea e conteúdo de água da planta (CAP) de mudas de alface em função das cultivares, substratos e épocas de avaliação. Passo Fundo-RS, 2013.

Cultivar	AP (cm)	CR (cm)	DC (mm)	MFA* (g)	MFR* (g)	MSA* (g)	MSR* (g)	VR (cm ³)	RRA	CAP
C1	2,49 ^{ns*}	7,67 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,23a	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,71 ^{ns}
C2	2,91	7,67	0,90	0,47	0,20b	0,03	0,01	0,66	0,48	0,63
Média	2,70	7,67	0,90	0,50	0,21	0,03	0,01	0,69	0,47	0,67
CV (%)	18,40	2,46	1,98	38,29	13,45	65,71	28,96	13,36	31,14	29,15
Substrato										
S1	2,77 ^{ns}	7,53b	0,89 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,69 ^{ns}
S2	2,82	7,60ab	0,90	0,49	0,22	0,04	0,01	0,66	0,51	0,67
S3	2,50	7,88a	0,91	0,48	0,23	0,03	0,01	0,70	0,49	0,65
Média	2,70	7,67	0,90	0,50	0,22	0,03	0,01	0,70	0,47	0,67
CV (%)	21,08	3,04	1,49	44,77	9,76	74,94	22,89	18,37	25,56	33,12
Dias após a semeadura										
14	1,95b	6,28d	0,74d	0,16c	0,13c	0,01b	0,008c	0,48c	0,75a	0,23c
21	2,69a	7,30c	0,80c	0,29c	0,14c	0,03b	0,009c	0,53c	0,43b	0,40c
28	3,01a	8,27b	1,00b	0,58b	0,20b	0,03b	0,001b	0,73b	0,37b	0,73b
35	3,14a	8,82a	1,05a	0,97a	0,40a	0,07a	0,002a	1,04a	0,33b	1,27a
Média	2,70	7,67	0,90	0,50	0,22	0,07	0,005	0,69	0,47	0,66
CV (%)	29,79	7,60	6,29	30,20	21,04	52,30	14,95	17,30	29,35	9,66

*Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. S1- 100 % Horta 2 , S2-75% de Horta 2 + 25% casca de arroz carbonizada, S3- 50% Horta 2 + 50% casca de arroz carbonizada C1- Pira 72 Belíssima - vermelha e (C2) Pira 63 Roxa.

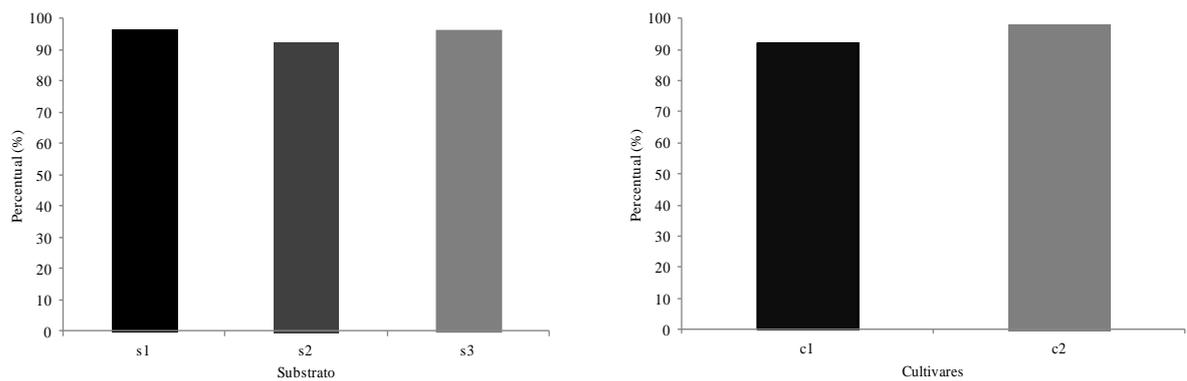


Figura 1 - Percentagem de germinação em função dos substratos (S1, S2, S3) e das cultivares (C1, C2). Passo Fundo, 2013. S1- 100 % Horta 2 , S2-75% Horta 2 + 25% casca de arroz carbonizada, S3- 50% Horta 2 + 50% casca de arroz carbonizada C1- Pira 72 Belíssima - vermelha e (C2) Pira 63 Roxa.

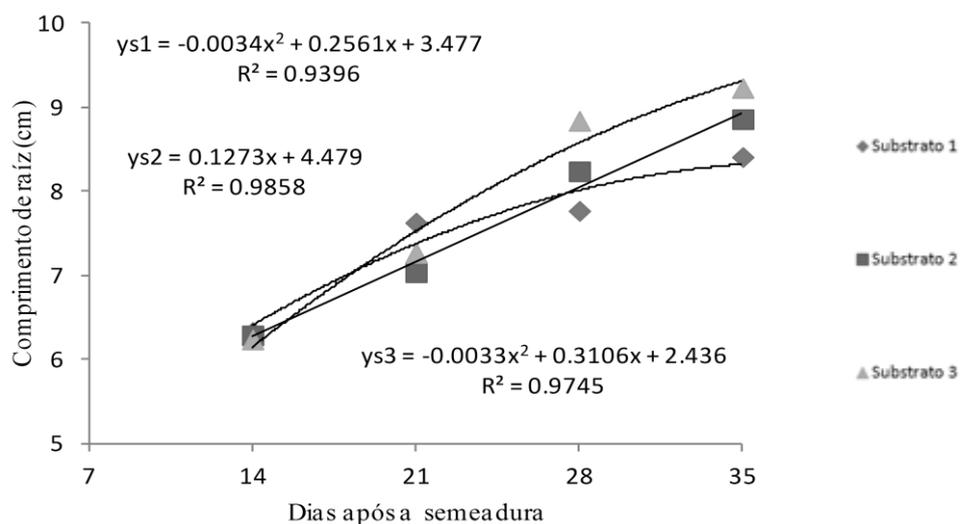


Figura 2 - Avaliação dos substratos (1, 2 e 3) quanto ao comprimento de raízes e épocas de avaliação, Passo Fundo, 2013. S1- 100 % Horta 2 , S2-75% Horta 2 + 25% casca de arroz carbonizada, S3- 50% Horta 2 + 50% casca de arroz carbonizada.

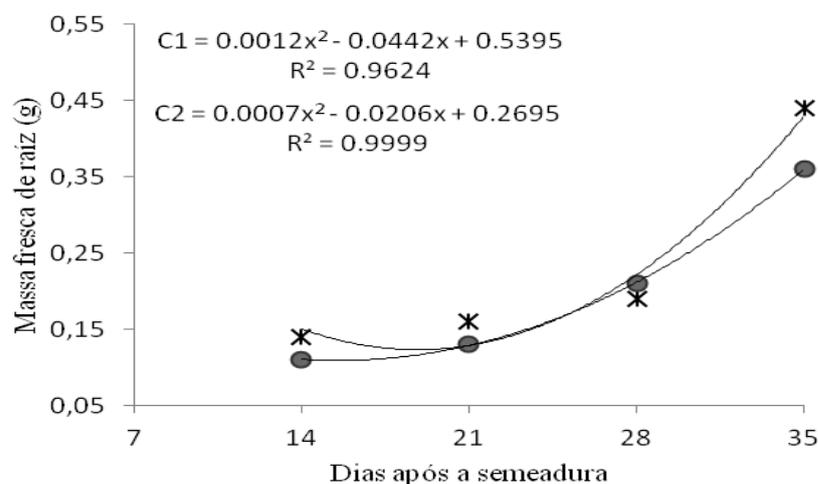


Figura 3 - Massa fresca de raiz (MFR) em função das épocas de avaliação das cultivares C1- Pira 72 Belíssima - vermelha e C2 -Pira 63 Roxa, Passo Fundo, 2013.

Homogeneidade dos totais mensais de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul¹

Galileo Adeli Buriol², Valduino Estafanel³, Jivago Schumacher de Oliveira⁴, Lúcia Moreira Lanzer⁵ e Clarissa Menezes de Souza⁵

Resumo - As séries históricas de dados de precipitação pluvial podem, às vezes, não ser homogêneas. Assim, para não incorrer em erros quando de sua utilização, é importante antes determinar a sua homogeneidade. Neste trabalho, foi determinada a homogeneidade das séries históricas dos totais mensais da precipitação pluvial registrados nas estações meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME) e à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), Estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados os dados de 41 estações meteorológicas pertencentes ao 8º DISME, período 1912-2008, e 22 da Fepagro, período 1957-2008. A homogeneidade foi determinada com a utilização do método das Duplas Massas e o teste de Iteração. Constatou-se que as séries históricas dos totais mensais de precipitação pluvial utilizadas foram homogêneas.

Palavras-chave: Consistência. Chuva. Série histórica.

Homogeneity of total monthly rainfall in the state of Rio Grande do Sul, Brazil

Abstract- Rainfall time series data can sometimes not be consistent. Therefore, in order to avoid errors, it is important to determine its homogeneity. In this study, we determined the homogeneity of historical series of total monthly rainfall data recorded at meteorological stations belonging to the 8th District of Meteorology (8th DISME) and the State Foundation for Agricultural Research (Fepagro), State of Rio Grande do Sul. This study used data from 41 meteorological stations belonging to the 8th DISME, from the period of 1912 to 2008 and 22 Fepagro, from 1957 to 2008 period. The homogeneity was determined using the double-mass technic and the iteration test. It was found that all the time series of monthly rainfall totals were consistent.

Key words: Consistency. Rain. Time series.

¹ Manuscrito submetido em 27/02/2013 e aceito para publicação em 08/07/2013. Trabalho realizado com recursos do CNPq.

² Professor Titular do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria (UNIFRA). Rua dos Andradas, 1614. 97010-032 Santa Maria/RS. Bolsista do CNPq. E-mail: galileo@unifra.br.

³ Professor Assistente do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria (UNIFRA). Rua dos Andradas, 1614. 97010-032 Santa Maria/RS. E-mail: valduino@unifra.br.

⁴ Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria (UNIFRA). Bolsista de Iniciação Científica do CNPq. E-mail: jivago.s.o@hotmail.com.

⁵ Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria (UNIFRA). Bolsista de Iniciação Científica do PROBIC.

Introdução

O estudo temporal e espacial, como a média, variabilidade, frequência, probabilidade, tempo de recorrência e variação geográfica da precipitação pluvial deve ser precedido da determinação da homogeneidade das séries históricas dos dados. Caso contrário, corre-se risco de utilizar valores incorretos: superestimados ou subestimados. Os dados de uma série climática devem ter sido medidos sob as mesmas condições: mesmos instrumentos, no mesmo local e este, sendo representativo do entorno. As causas mais frequentes da heterogeneidade de uma série histórica de dados pluviométricos são devidas à troca de local da estação, substituição dos instrumentos de medida, modificação das técnicas de observação e alterações do clima local pela supressão da cobertura vegetal, edificações ou represamento da água. As séries heterogêneas devem ser homogeneizadas ou descartadas (CASTILLO e SENTIS, 1996; BERTONI e TUCCI, 2002).

No Estado do Rio Grande do Sul, existem em torno de 650 estações pluviométricas segundo a Agência Nacional de Águas (2009). As principais redes de estações pluviométricas no Estado são aquelas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), atual Agência Nacional de Águas (ANA), à Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), ao Departamento Estadual de Portos Rios e Canais (DEPREC), atual Departamento Estadual de Hidrovias (DEH) e ao Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPAGRO), atual Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro).

Os totais mensais de precipitação pluvial de um período longo de anos para o Estado, disponíveis em publicações, podem ser encontrados em IRGA (1957), CEEE (1960) e IPAGRO (1979). Em IRGA (1957) tem-se os totais mensais de cada ano do período 1912-1957 de dez estações meteorológicas, pertencentes ao 8º DISME, localizadas nas regiões arroyeiras do Estado; em CEEE (1960), os totais mensais de cada ano de 41 estações meteorológicas, período 1912-1960, também pertencentes ao 8º DISME; e em IPAGRO (1979), os totais mensais de 22 estações meteorológicas pertencentes à Secretaria de Agricultura do Estado, período 1957-1977. Nesses trabalhos, não existem referências de que os mesmos tenham sido analisados quanto à sua homogeneidade.

Também nos principais estudos sobre a distribuição geográfica das precipitações pluviais (ARAÚJO, 1930; MACHADO, 1950; BURIOL, ESTEFANEL e FERREIRA, 1977; IPAGRO, 1989; FONTANA e ALMEIDA, 2002) e de probabilidade de sua ocorrência no Estado (BERLATO, 1970; ÁVILA, 1994; ÁVILA et al., 1996; WREGGE et al., 2011) não são feitas referências de que os dados utilizados tenham sido precedidos de uma análise de homogeneidade. Sabe-se, entretanto, que, às vezes, séries históricas podem não ser consistentes. Nesse caso, quando de sua utilização, os resultados podem não representar a realidade, podendo ocorrer erros por superestimativa ou por subestimativa. Por isso, é importante que, para todas as séries históricas de precipitação pluvial, antes de serem utilizadas, seja realizado um estudo de homogeneidade.

No Estado do Rio Grande do Sul, os dados de precipitação pluvial mais utilizados nos estudos agrometeorológicos, são aqueles registrados nas estações meteorológicas pertencentes ao 8º DISME e à Fepagro. Em vista disso, o objetivo neste trabalho foi determinar a homogeneidade dos totais mensais das séries históricas da precipitação pluvial registrada nas estações meteorológicas pertencentes a essas duas instituições.

Material e Métodos

Foram utilizados os totais mensais de precipitação pluvial registrados nas estações meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME), período 1912-2008, e à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), período 1957-2008, Tabelas 1 e 2, respectivamente. Os dados das estações meteorológicas pertencentes ao 8º DISME, período 1912-1960, foram copiados de CEEE (1960) e do período 1961-2008, coletados nos arquivos do 8º DISME e os dados das estações pertencentes à Fepagro, período 1957-1973, foram coletados de IPAGRO (1979) e do período 1974-2008, copiados no banco de dados da Fepagro.

A homogeneidade dos dados foi determinada utilizando-se os métodos de Duplas Massas, recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (NORDENSON, 1971; CASTILLO e SENTIS, 1996) e do teste de Iterações para uma amostra (SIEGEL, 1975). No primeiro caso, foram selecionadas três estações meteorológicas, próximas entre si, uma sendo considerada a

estação a ser testada e as duas outras a base de comparação. A seguir, os totais mensais acumulados foram plotados num gráfico cartesiano, sendo aqueles correspondentes à soma acumulada da estação a ser testada nas ordenadas e a soma da média dos totais mensais das duas estações, consideradas como base de comparação, nas abscissas. A ocorrência de proporcionalidade entre a soma dos totais mensais acumulados da estação a ser testada e dos valores médios dos totais mensais das estações base de comparação, na forma de pontos alinhados segundo uma única reta, indica haver consistência da série pluviométrica da estação testada e o não-alinhamento caracteriza a falta de homogeneidade. Também foi calculado o coeficiente de correlação e a equação de regressão linear simples entre os totais mensais acumulados da estação a ser testada com aqueles das estações utilizadas como base de comparação, para a obtenção do coeficiente de determinação entre essas variáveis.

Pelo teste de Iterações verificou-se a hipótese H_0 : a série é homogênea versus a hipótese H_1 : a série não é homogênea. Os dados foram utilizados em ordem cronológica. Cada total mensal foi assinalado com o sinal “+” quando superior à mediana e com sinal “-” quando inferior. Se o número de sequências “+” e “-” obtidas permaneceu dentro de um intervalo aberto (sem incluir os limites) tabulado, concluiu-se que a série pode ser considerada homogênea. Foi usado o nível de significância de 5 %.

Resultados e Discussão

Pelos resultados obtidos com a utilização do método de Duplas Massas as séries históricas dos totais mensais de precipitação pluvial de todas as estações meteorológicas da rede pertencente ao 8º DISME e à Fepagro foram consideradas homogêneas. Os gráficos obtidos da relação entre os dados das estações testes com aqueles das estações tomadas como base de comparação não apresentaram irregularidades. Na Figura 1, como exemplo, estão representados os resultados obtidos com o método de Duplas Massas para a estação meteorológica de Cruz Alta, comparados com os de Ijuí e Júlio de Castilhos, como base de comparação, todas pertencentes à rede de estações da Fepagro.

A consistência dos totais mensais da precipitação pluvial foi confirmada com os resultados da correlação entre a soma acumulada dos dados da estação teste e aquela das estações

bases, pois os coeficientes de determinação (r^2) foram maiores de 0,930 e grande parte deles alcançaram 0,999. Para todas as séries históricas utilizadas, o teste para o coeficiente b da equação de regressão entre duas variáveis foi significativo.

Pelos resultados obtidos com a aplicação do teste de Iterações, também foi constatado que a maioria dos totais mensais de precipitação pluvial, tanto da rede de estações pertencentes ao 8º DISME como à Fepagro, é homogênea (Tabelas 3 e 4). Observa-se que, das 492 aplicações do teste, não foi encontrada homogeneidade em 28 delas. Esse número corresponde a 5,7 % dos casos, valor um pouco superior ao nível de significância utilizado (5 %). Um nível de significância de 5 % indica que em 5 % dos casos em que se rejeita a hipótese H_0 a mesma é verdadeira (falsos positivos). Então, pode-se considerar que os totais mensais de precipitação pluvial da rede podem ser utilizados como sendo homogêneos.

Conclusões

Os totais mensais de precipitação pluvial das séries históricas das estações meteorológicas pertencentes ao 8º DISME e à Fepagro, Estado do Rio Grande do Sul, são homogêneas. Assim, podem ser utilizados nas diferentes áreas do conhecimento sem restrições e os estudos com eles já realizados não conterão erros por falta de homogeneidade dos dados.

Agradecimentos

Ao CNPq e à FAPERGS pelos recursos financeiros concedidos para a realização do trabalho.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Inventário das estações pluviométricas**. 2. ed. Brasília: ANA/SGH, 2009. 331 p.
- ARAÚJO, L. C. **Memórias sobre o clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1930. 101 p.
- ÁVILA, A. M. H. de **Regime de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo**. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 75 p. Dissertação (Mestrado em

Agrometeorologia), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

____. et al. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 149-154, 1996.

BERLATO, M. A. **Análise de alguns elementos componentes do agroclima do Estado do Rio Grande do Sul**. Turrialba: IICA, 1970. 117 p. Dissertação (Mestrado em Climatologia) – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. p. 176-241.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; FERREIRA, M. Cartas mensais e anual das chuvas do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 7, n.1, p. 55-52, 1977.

CASTILLO, F. E.; SENTIS, F. C. **Agrometeorologia**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996.

COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA - CEEE. **Precipitações no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Energia e Comunicações, 1960. 135 p.

FONTANA, D. C.; ALMEIDA, T. S. de. Climatologia do número de dias com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p.135-145, 2002.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS - IPAGRO. **Observações Meteorológicas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1979. 271 p. (Boletim Técnico n. 3).

____. **Atlas agroclimático do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1989. v.1, 102 p.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ - IRGA. **Precipitações pluviométricas, dias de chuva e normais em 19 municípios rizícolas do Estado**. Porto Alegre, 1957. 43 p.

MACHADO, F. P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1950. 91 p.

NORDERSON, T. J. **Preparation de cartes coordonees des precipitations, del'ecoulementet de l'evaporation**. Geneve: Organization Meteorologique Mondiale, 197. 36 p. (Rapport n. 6).

SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1975. 349 p.

WREGE, M. S et al. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 336 p.

Tabela 1 – Estações meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME) utilizadas na determinação da homogeneidade dos totais mensais de precipitação pluvial, suas coordenadas geográficas e período de observação.

Estação Meteorológica	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)	Período de observação
Alegrete	29°46'47"	55°47'15"	116	1912-1947, 1953-1974
Bagé	31°20'13"	54°06'21"	216	1912-2005
Bento Gonçalves	29°10'00"	51°25'00"	619	1918-2005
Bom Jesus	28°40'08"	50°26'29"	1048	1969-2005
Caçapava do Sul	30°30'32"	53°29'22"	450	1915-1973
Cachoeira do Sul	30°02'45"	52°53'39"	68	1912-1965
Camaquã	30°48'38"	51°50'05"	91	1996-2005
Cambará	29°02'55"	50°08'56"	905	1978-2005
Campo Bom	29°41'00"	51°03'00"	26	1985-2005
Caxias do Sul	29°10'25"	51°12'21"	740	1912-2005
Cruz Alta	28°38'21"	53°36'34"	473	1913-2005
Dom Pedrito	30°58'57"	54°39'56"	140	1912-1962
Encruzilhada do Sul	30°32'35"	52°31'20"	420	1913-2005
Guaporé	28°55'44"	51°54'45"	450	1912-1974
Ibirubá	28°39'10"	53°06'41"	395	1978-2005
Irai	27°11'45"	53°14'01"	227	1936-2005
Itaqui	29°07'10"	56°32'52"	53	1914-1974
Jaguarão	32°33'32"	53°23'20"	11	1912-1974, 1996-2005
Júlio de Castilhos	29°13'26"	53°40'45"	516	1915-1947
Lagoa Vermelha	28°25'35"	51°35'51"	805	1915-1985, 1994-2005
Marcelino Ramos	27°27'40"	51°54'22"	383	1916-972
Palmeira das Missões	27°53'55"	53°26'45"	634	1914-1973
Passo Fundo	28°15'39"	52°24'33"	678	1913-2005
Pelotas	31°45'00"	52°21'00"	7	1912-1922, 1938-1972, 1978-2005
Piratini	31°26'54"	53°06'09"	345	1917-1966
Porto Alegre	30°01'53"	51°01'53"	10	1912-2005
Rio Grande	32°01'44"	52°05'40"	8	1912-2005
Santa Cruz do Sul	29°43'05"	52°25'45"	56	1915-1968
Santa Maria	29°41'25"	53°48'42"	138	1912-2005
Santa Rosa	27°51'50"	54°25'59"	360	1922-1947, 1952-1966
Santa Vitória do Palmar	33°31'14"	53°21'47"	6	1913-2005
Santana do Livramento	30°53'18"	55°31'56"	210	1912-1964, 1974-1983, 1998-2005
Santiago	29°11'00"	54°53'10"	426	1914-1962
Santo Ângelo	28°18'14"	54°15'52"	289	1915-1968
São Borja	28°39'44"	56°00'15"	96	1913-1966
São Francisco de Paula	29°20'00"	50°31'21"	912	1961-1961
São Gabriel	30°20'27"	54°19'01"	124	1912-1973
São Luiz Gonzaga	28°23'53"	54°58'18"	254	1912-2005
Soledade	29°03'14"	52°26'00"	720	1915-1964
Tapes	30°50'00"	51°35'00"	5	1923-1967
Taquara	29°45'00"	50°45'00"	29	1923-1965
Taquari	29°48'15"	51°49'30"	76	1912-1966
Torres	29°20'34"	49°43'39"	43	1912-2005
Uruguaiana	29°45'23"	57°05'12"	69	1912-1974, 1993-2005
Vacaria	28°33'00"	50°42'21"	955	1914-1967
Viamão	30°05'00"	50°47'00"	52	1922-1954

Tabela 2 – Estações meteorológicas pertencentes à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) utilizadas na determinação da homogeneidade dos totais mensais de precipitação pluvial, suas coordenadas geográficas e período de observação.

Estação Meteorológica	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)	Período de Observação
Bagé	31°20'14"	54°05'59"	214	1957-1977
Cachoeirinha	29°57'03"	51°07'25"	5	1975-2000
Caxias do Sul	28°08'31"	50°59'12"	840	1986-2005
Cruz Alta	28°36'11"	53°40'22"	430	1975-2000
Encruzilhada do sul	30°32'35"	52°31'20"	420	1959-2005
Erechim	27°37'45"	52°16'33"	760	1966-2002
Farroupilha	29°14'30"	51°26'20"	702	1964-2003
Guaíba	30°05'52"	51°39'08"	46	1963-1977
Ijuí	28°23'17"	53°54'50"	448	1964-2003
Itaqui	28°10'04"	56°32'52"	50	1988-2001
Júlio de Castilhos	29°13'26"	53°40'45"	514	1957-1996, 1999-2003
Osório	29°40'49"	50°13'56"	32	1959-2003
Passo Fundo	28°15'41"	52°24'45"	709	1966-2003
Quaraí	30°23'17"	56°26'53"	100	1967-2002
Santa Maria	29°41'24"	53°48'42"	153	1964-2002
Santa Rosa	27°05'09"	54°26'41"	330	1976-2001
Santana do Livramento	30°53'18"	55°31'56"	210	1967-1977
Santo Augusto	27°54'16"	53°45'14"	380	1970-1986
São Borja	28°39'44"	56°00'44"	99	1957-2003
São Gabriel	30°20'27"	54°19'01"	109	1965-2003
Soledade	28°49'12"	52°28'54"	530	1966-1999
Taquari	29°48'15"	51°49'30"	76	1964-2003
Tramandaí	29°56'22"	50°30'12"	3	1961-1972
Uruguaiana	29°45'23"	57°05'37"	74	1964-2003
Vacaria	28°30'09"	50°56'12"	955	1966-2004
Veranópolis	28°56'14"	51°33'11"	705	1957-2003

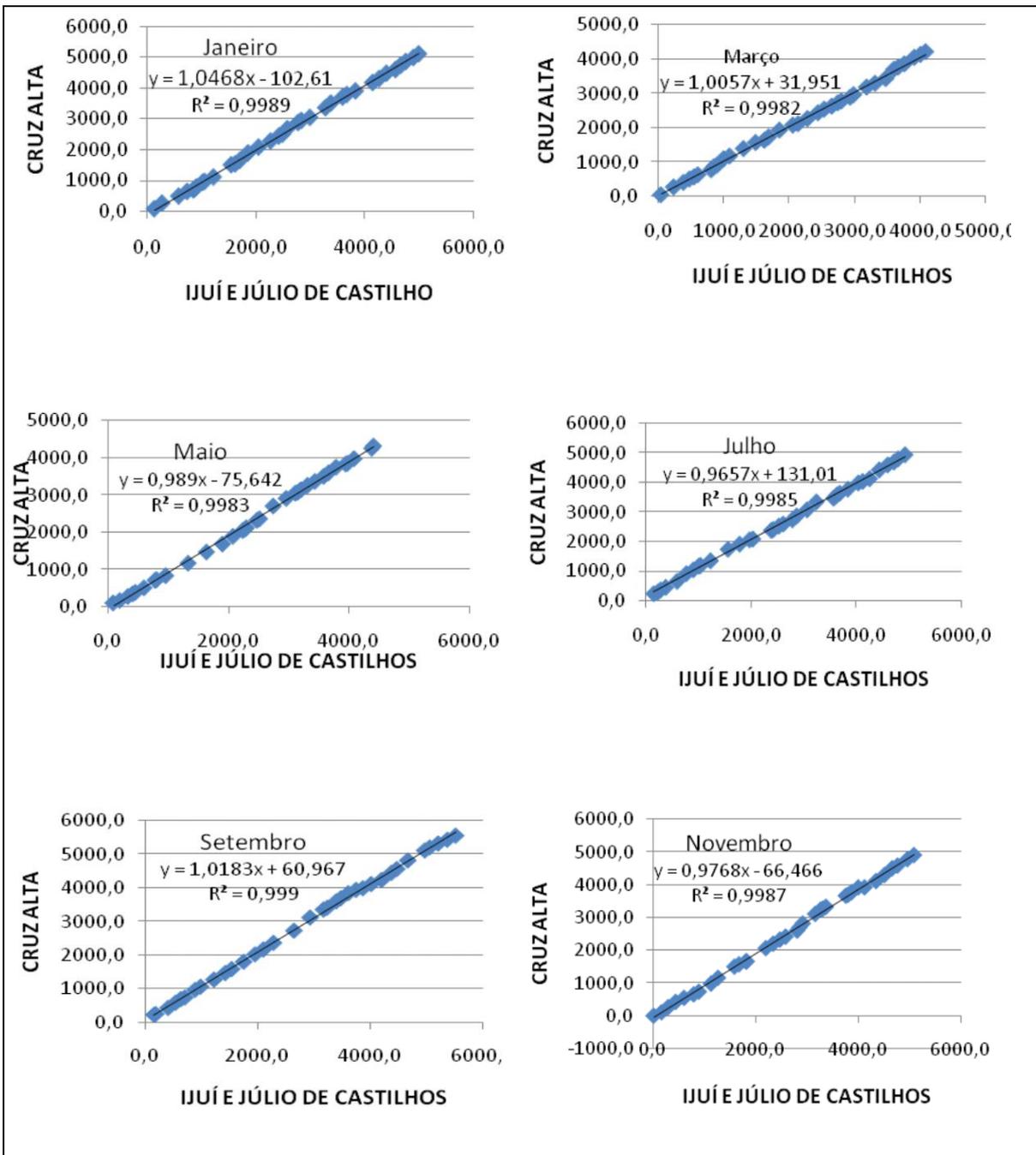


Figura 1 – Representação gráfica dos resultados obtidos pelo método de Duplas Massas dos totais acumulados de precipitação pluvial de Cruz Alta em comparação com Ijuí e Júlio de Castilhos, para os meses de janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro.

Tabela 3 – Nível mínimo de significância (PROB) obtido pelo teste das sequências para os totais mensais de precipitação pluvial de rede de estações meteorológicas do 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME). Os meses em que foi verificada heterogeneidade estão destacados.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alegrete	1,000	0,787	0,783	0,169	0,502	0,590	0,220	0,418	0,685	0,498	0,410	0,890
Bagé	0,213	0,534	0,465	0,048	0,918	0,073	0,834	0,599	0,672	0,460	0,599	0,672
Bento Gonçalves	0,161	0,830	0,589	0,013	0,457	0,161	0,161	0,002	0,912	0,914	0,129	0,063
Caçapava do Sul	0,510	0,795	0,357	0,298	0,357	0,791	0,185	0,298	0,088	0,359	0,427	0,897
Cachoeira do Sul	0,252	0,056	0,900	0,031	0,527	0,254	0,031	0,016	0,057	0,524	0,306	0,524
Caxias do Sul	0,138	0,911	0,591	0,830	0,525	0,455	0,342	0,020	0,450	0,240	0,110	0,914
Cruz Alta	0,073	0,093	0,114	0,343	0,525	0,391	0,380	0,278	0,748	0,090	0,338	0,672
Dom Pedrito	0,321	0,669	0,481	0,481	0,890	0,669	0,885	0,885	0,066	0,568	1,000	0,391
Encruzilhada do Sul	0,067	0,832	0,342	0,070	0,090	0,289	0,745	0,332	0,834	0,595	0,010	0,520
Guaporé	0,695	0,442	1,000	0,124	0,365	0,608	0,795	0,068	0,246	0,155	0,156	0,367
Irai	0,398	0,728	1,000	0,105	0,749	0,332	0,742	0,250	0,997	0,519	0,519	0,105
Itaqui	0,185	0,791	0,230	0,596	0,348	0,791	0,690	0,106	0,596	0,221	0,596	1,000
Jaguarão	0,162	0,252	0,163	0,527	0,705	0,016	0,306	0,896	0,697	0,306	0,200	0,442
Júlio de Castilhos	0,001	1,000	0,063	0,598	1,000	0,384	0,213	1,000	0,024	0,601	0,128	0,728
Lagoa Vermelha	0,735	0,009	0,261	0,057	0,315	0,910	0,115	0,054	0,911	0,362	0,820	0,732
Marcelino Ramos	0,221	0,418	0,418	0,502	0,059	0,281	0,281	0,874	0,023	0,590	0,015	1,000
Porto Alegre	0,538	0,538	0,538	0,218	0,065	0,837	0,605	0,122	0,180	0,756	0,354	0,758
Palmeira das Missões	0,894	1,000	0,897	0,064	0,692	0,298	0,064	0,088	0,238	0,894	1,000	0,289
Passo Fundo	0,918	0,208	0,294	0,142	0,917	0,347	0,337	0,461	0,834	1,000	0,675	1,000
Pelotas	0,557	0,097	0,154	0,035	1,000	0,195	0,906	0,906	0,719	0,229	0,719	0,906
Piratini	0,272	0,675	0,272	0,410	0,401	1,000	0,890	0,342	0,263	0,489	0,890	0,494
Rio Grande	0,284	0,073	0,917	0,338	0,461	0,593	0,193	0,917	0,110	0,337	0,591	0,906
Santana do Livramento	0,048	0,065	0,909	0,562	0,815	0,015	0,905	1,000	0,734	0,815	0,349	0,288
Santa Cruz do Sul	0,086	0,568	0,323	0,008	0,333	0,333	0,679	0,025	0,213	0,486	0,481	0,885
Santa Maria	0,603	0,059	0,402	0,465	0,603	0,603	0,093	0,672	0,914	1,000	0,461	0,915
Santa Rosa	0,315	0,869	0,869	0,622	0,873	0,869	0,742	0,023	0,096	0,183	0,183	0,411
Santa Vitória do Palmar	0,251	0,175	0,916	0,294	0,093	0,834	0,668	0,751	0,525	0,755	0,918	0,465
Santiago	0,388	0,775	0,388	0,662	0,770	0,374	1,000	0,663	0,307	0,189	0,307	0,466
Santo Ângelo	0,388	0,775	0,388	0,662	0,770	0,374	1,000	0,663	0,307	0,189	0,307	0,466
São Borja	0,272	0,410	0,410	0,169	0,783	0,038	0,489	0,213	0,675	0,892	0,211	0,679
São Francisco de Paula	0,253	0,391	0,253	0,253	0,568	0,253	0,568	0,022	0,045	0,775	0,153	0,561
São Gabriel	1,000	0,608	0,200	0,200	0,798	0,798	0,200	0,200	0,021	0,798	0,608	0,442
São Luiz Gonzaga	0,534	0,213	0,916	0,678	0,534	0,678	0,407	0,048	0,678	0,097	0,407	0,407
Soledade	0,388	0,775	0,045	0,568	0,568	0,775	0,775	0,249	0,998	0,998	0,045	0,568
Tapes	0,119	0,779	0,401	0,888	0,401	1,000	0,126	0,892	1,000	0,892	0,093	1,000
Taquara	0,876	1,000	0,123	0,539	1,000	0,369	0,755	0,123	1,000	0,352	0,218	0,997
Taquari	0,631	0,037	0,423	0,078	0,268	0,873	0,631	0,873	0,631	0,873	0,873	0,631
Torres	0,753	0,832	0,599	0,090	0,672	0,070	0,101	0,830	0,331	0,747	0,451	0,451
Uruguaiana	0,288	0,905	0,242	0,907	0,003	0,906	0,545	0,154	0,722	0,410	0,342	0,722
Vacaria	0,489	0,333	0,675	0,679	0,410	0,333	0,213	0,013	0,410	0,783	0,783	0,128
Viamão	0,253	0,208	0,476	0,996	0,719	1,000	0,857	0,590	1,000	0,094	0,353	1,000
Número de locais sem homogeneidade	2	2	1	5	1	3	0	8	3	0	3	0

Tabela 4 – Nível mínimo de significância (PROB) obtido pelo teste das sequências para os totais mensais de precipitação pluvial da rede de Estações Meteorológicas da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro). Os meses em que foi verificada heterogeneidade estão destacados.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alegrete	1,000	0,847	0,445	0,453	0,004	0,178	0,847	0,847	0,847	1,000	0,847	0,847
Cachoeirinha	0,286	0,857	0,857	0,078	0,158	1,000	1,000	0,024	0,384	0,476	1,000	0,996
Caxias	0,676	0,398	0,676	0,398	0,993	0,676	0,387	0,387	1,000	0,512	0,512	0,827
Cruz Alta	0,996	0,301	0,996	0,384	0,996	0,862	0,862	0,601	0,601	0,728	1,000	1,000
Encruzilhada	0,466	0,374	0,770	0,307	0,565	0,565	0,247	0,084	0,770	0,076	0,077	1,000
Erechim	1,000	0,639	0,639	0,524	0,876	0,344	0,058	0,344	0,435	1,000	0,538	0,328
Farroupilha	0,590	0,873	1,000	0,332	0,631	0,262	1,000	0,009	0,631	0,423	0,997	0,997
Ijuí	0,262	0,631	0,997	0,218	0,534	1,000	0,876	0,356	0,997	0,086	0,639	0,160
Itaqui	0,364	0,034	0,737	0,737	0,737	0,540	1,000	1,000	0,977	1,000	1,000	0,130
Julio de Castilhos	0,391	0,568	0,391	0,775	0,561	0,775	1,000	0,249	0,565	0,770	1,000	0,189
Quarai	1,000	0,524	0,876	0,435	0,274	0,160	0,749	0,529	0,204	0,631	0,631	0,631
Rio Grande	0,249	0,884	0,239	1,000	0,879	0,378	1,000	0,307	0,553	0,766	0,553	0,139
Santa Rosa	0,223	0,862	0,996	0,223	1,000	0,384	0,862	0,862	0,223	0,727	0,996	0,719
São Gabriel	0,760	0,760	0,534	1,000	0,435	0,639	0,262	0,876	0,539	0,876	0,160	1,000
São Borja	0,297	1,000	0,760	0,456	0,456	1,000	0,180	0,655	1,000	0,364	0,760	0,997
Santa Maria	0,519	0,622	0,622	1,000	0,250	0,014	0,869	0,622	0,411	0,139	0,180	0,319
Santana do Livramento	0,466	0,808	0,605	0,308	0,337	0,808	1,000	0,645	1,000	0,224	0,020	1,000
Taquari	0,548	0,034	0,131	0,071	0,367	0,997	0,544	1,000	0,997	0,446	1,000	0,286
Uruguaiana	0,131	0,647	0,364	0,071	0,548	0,131	0,367	0,647	0,765	0,446	0,879	0,876
Veranópolis	0,568	0,007	0,120	0,885	0,204	0,890	0,890	0,323	0,119	1,000	0,565	0,998
Vacaria	0,742	1,000	0,869	0,869	0,869	0,869	0,250	0,866	0,622	0,139	0,502	0,612
Bagé	0,991	0,661	0,646	0,661	0,818	0,159	0,818	1,000	0,375	0,024	0,364	0,071
Guaíba	0,495	0,703	0,495	1,000	1,000	0,968	0,968	0,495	0,703	1,000	0,137	1,000
Jaguarão	0,986	0,796	0,438	0,438	0,796	1,000	0,796	1,000	0,781	0,578	1,000	0,164
Osório	0,760	0,005	0,356	0,435	0,639	0,274	0,639	0,755	0,042	0,086	0,639	0,876
Passo Fundo	0,411	0,735	0,502	0,250	1,000	0,411	0,742	0,622	0,411	0,869	1,000	0,411
Santo augusto	1,000	0,128	0,438	0,796	0,438	0,796	0,196	0,796	0,796	1,000	0,274	0,796
Tramandaí	0,210	1,000	0,977	0,502	0,540	0,977	0,502	0,210	0,189	0,189	0,977	1,000
N. de locais sem homogeneidade	0	4	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0

Viabilidade econômica da terminação em confinamento de novilhos abatidos com diferentes pesos¹

Paulo Santana Pacheco², João Restle³, Fabiano Nunes Vaz⁴, Leonir Luiz Pascoal⁵, Miguelangelo

Ziegler Arboitte⁶, Ricardo Zambarda Vaz⁷

Resumo - Objetivou-se com este estudo avaliar a viabilidade econômica, através de indicadores financeiros avaliados em conjunto, da terminação em confinamento de novilhos abatidos com 425, 467 e 510 kg, utilizando 18 animais com idade e peso médios iniciais de 713 dias e 361 kg, alimentados por 30, 65 e 94 dias, respectivamente, recebendo dieta com relação volumoso: concentrado de 60:40. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. As estimativas dos indicadores financeiros, estimados por animal, foram similares entre os pesos de abate, com médias de R\$ 58,42 para margem bruta; R\$ 25,57 para margem líquida; de R\$ -21,22 para lucro; de R\$ 8,73 para valor presente líquido; de 1,025 para índice benefício:custo; 2,47% para retorno adicional sobre o investimento; e 0,628 % a.m. para taxa interna de retorno. O *payback* descontado diferiu entre todos os pesos de abate, sendo de 3,93; 4,90 e 5,89 meses, respectivamente, para 425, 467 e 510 kg. Considerando os itens de custos e receita estimados a partir de cotações anuais de 2004 a 2012, o uso do confinamento no Rio Grande do Sul como opção de terminação visando obter os benefícios diretos dessa tecnologia, representa alternativa de investimento com baixo retorno econômico, independente dos pesos de abate avaliados.

Palavras-chaves: Análise de investimentos. Cruzamento. Produção do novilho jovem. Projetos de investimento.

Economic viability of feedlot finishing steers slaughtered with different weights

Abstract - The objective of this study was to evaluate the economic viability, through financial indicators evaluated together, of the feedlot finished steers slaughtered at 425, 467 and 510 kg, using 18 animals with age and average initial weight of 361 kg and 713 days, fed for 30, 65 and 94 days, respectively, receiving diet forage: concentrate ratio of 60:40. The experimental design was completely randomized. Estimates of financial indicators, estimated per animal, were similar between slaughter weights, with average of R\$ 58.42 for gross margin; R\$ 25.57 for net margin; R\$ -21.22 for profit; of R\$ 8.73 for net present value; of 1.025 to benefit: cost index; 2.47% for additional return on investment; and 0.628% per month for internal rate of return. The discounted payback differed among all slaughter weights, being 3.93, 4.90 and 5.89 months, respectively, for 425, 467 and 510 kg. Considering the costs and revenue items estimated from annual prices from 2004 to 2012, the use of feedlot in Rio Grande do Sul as an option of termination to obtain the direct benefits of this technology represents an alternative investment with low economic return, regardless of slaughter weights evaluated.

Key words: Investment analysis. Crossbreeding. Steer production. Investment projects.

¹ Manuscrito submetido em 09/09/12 e aceito para publicação em 18/12/2012.

²Zootecnista, Dr. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria – RS. CEP 97105-900. Fone: 55 55 32208083. Autor para correspondência. E-mail: pacheco.dz.ufsm@hotmail.com

³EngºAgrº, PhD. Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás. E-mail: jorestle@terra.com.br

⁴Zootecnista, Dr. Departamento de Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: lpascoal@yahoo.com.br

⁵Zootecnista, Dr. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: fabianonunesvaz@gmail.com

⁶Zootecnista, Dr. Instituto Federal Catarinense – Campus Sombrio. E-mail: miguelangelo@ifc-sombrio.edu.br

⁷Zootecnista, Dr. Departamento de Agronomia e Administração da URI Santiago.

Introdução

Em sistemas de terminação de bovinos de corte, o uso do confinamento tem sido empregado como meio de intensificação da produção de carne, proporcionando diversos benefícios indiretos para o sistema de produção como um todo, além de permitir a possibilidade de manipular o peso de abate e o grau de acabamento das carcaças.

Quanto a essa última consideração, a velocidade de ganho de peso, nível energético da dieta e potencial genético são fatores que interferem diretamente nos coeficientes técnicos de desempenho dos animais. No entanto, na avaliação econômica dos sistemas de terminação de bovinos de corte, outros fatores também devem ser considerados, como as estratégias e épocas de comercialização dos animais e insumos, que passam a ter relevância cada vez maior, pois interferem na viabilidade dos investimentos realizados.

Restle et al. (2007) comentam que nem sempre a melhor resposta biológica representa a melhor resposta econômica. Nesse sentido, os métodos de avaliação econômica tornam-se importantes ferramentas auxiliares na tomada de decisões. Souza e Clemente (2009) sugerem a análise conjunta de vários indicadores econômicos, resultando em informações mais consistentes da avaliação do risco e seu confronto com a possibilidade de retorno.

Alguns desses indicadores foram utilizados em estudos envolvendo a análise econômica da terminação em confinamento de bovinos (RESENDE FILHO, BRAGA e RODRIGUES, 2001; RODRIGUES FILHO et al., 2002; PACHECO et al., 2006; FERNANDES et al., 2007; MELLO et al., 2009) de maneira única ou conjunta, com respostas distintas devido às diferentes metodologias utilizadas para determinação dos itens do custo total.

O objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens abatidos com 425, 467 ou 510 kg, por meio do uso de indicadores financeiros avaliados em conjunto, visando facilitar a tomada de decisão.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria – RS. Foram utilizados dados de desempenho de 18 animais 5/8 Nelore

3/8 Charolês contemporâneos, provenientes do mesmo rebanho, castrados e com idade e peso médios de 713 dias e 361 kg, respectivamente. No período anterior ao início da fase de terminação, os animais foram recriados em pastagem nativa no verão e pastagem cultivada no inverno. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições, sendo cada animal considerado uma unidade experimental.

A dieta foi calculada segundo National Research Council (NRC, 1996), objetivando um ganho de peso médio de 1,6 kg animal⁻¹ dia⁻¹, estimando-se consumo de 2,5 % do peso vivo dos animais em matéria seca (MS). A dieta consistiu de 60,00 % de silagem de milho, 28,24% de farelo de trigo, 10,07 % de sorgo grão moído, 0,17 % de uréia (45-00-00), 1,02 % de calcário calcítico, 0,48 % de NaCl e 0,0128 % de ionóforo.

A alimentação foi fornecida aos animais duas vezes ao dia, às 8 h e às 17 h, ficando livre o acesso à água e ao alimento durante todo o dia. Antes do primeiro arraçoamento do dia, as sobras eram pesadas para a obtenção da quantidade consumida no dia anterior, e com a obtenção desse valor, regulava-se o fornecimento da quantidade de alimento a ser oferecida, estipulada em 10% a mais do consumo no dia anterior.

Avaliaram-se três pesos de abate: 425, 467 e 510 kg, sendo os mesmos considerados projetos de investimento mutuamente excludentes. Os períodos de alimentação em confinamento foram de 30, 65 e 94 dias, respectivamente. Em todos os pesos de abate, o início do confinamento ocorreu no mês de agosto e a venda para abate ocorreu nos meses de setembro, outubro e novembro, à medida que os animais atingiam os pesos de abate.

Para estimativa dos custos de produção, bem como dos indicadores econômicos, considerou-se o método determinístico, assumindo valores fixos (conhecidos) para os itens que compõem os custos e indicadores econômicos, tomando como base valores médios praticados no Rio Grande do Sul nos anos de 2004 a 2012. Todas as estimativas foram feitas por animal e por ano (deflacionados para 2012), considerando as características de desempenho dos animais durante a fase de alimentação (peso, ganho de peso e consumo de matéria seca da dieta), que constam em Arboitte et al. (2004).

Foram utilizadas metodologias propostas por Matsunaga et al. (1976), Resende Filho, Braga e Rodrigues (2001), Laponi (2007), Souza e

Clemente (2009) e Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2010). A taxa mínima de atratividade (TMA) considerada foi de 0,4868 % a.m., correspondente ao rendimento da caderneta de poupança de 6% a.a., calculada através da seguinte equação: $TMA (\% \text{ a.m.}) = (1 + 6\% \text{ a.a.})^{1/12} - 1$.

Os custos com instalações foram estimados para capacidade estática de 1.000 animais e vida útil de 10 anos. A depreciação (instalações) das mesmas foi calculada para um horizonte de planejamento de um ano, mesmo período considerado no cálculo das depreciações de máquinas, implementos e equipamentos. Os valores estimados para depreciações foram de R\$ 0,05 animal⁻¹ dia⁻¹ com instalações e R\$ 0,04 animal⁻¹ dia⁻¹ com máquinas, implementos e equipamentos.

Para cálculo dos custos para confecção da silagem de milho, considerou-se o rendimento obtido de 34,7 t de matéria verde ha⁻¹ e teor de MS de 39,05%.

Os custos de oportunidade foram calculados considerando a TMA. O custo de oportunidade do capital investido foi obtido pelo somatório das despesas operacionais (compra animal magro, controle sanitário, alimentação volumoso + concentrado, mão-de-obra contratada/diarista + assistência técnica e outras), para o período correspondente ao número de meses estipulados para cada peso de abate. Para o custo de oportunidade da terra (referente apenas à área destinada para instalações do confinamento), considerou-se a possibilidade de arrendamento anual da mesma pelo equivalente a 3% do valor do hectare para cultura (R\$ 7.200,00). Determinou-se para cada animal o uso de 0,05 ha.

O controle sanitário consistiu em aplicação de produto para controle de endo e ectoparasitas (ivermectina 1%) e vacina contra febre aftosa. Ambas em dosagem por animal conforme recomendações dos fabricantes.

O custo com alimentação foi obtido pelo produto entre o consumo total de volumoso e concentrado (em kg MS/animal), pelos seus respectivos custos/kg MS.

Para as estimativas dos custos com mão-de-obra, considerou-se a necessidade de 1 homem/300 bois confinados para a mão-de-obra contratada/diarista (R\$ 30,52 homem⁻¹ dia⁻¹) e três salários mínimos/mês/1.000 animais para a mão-de-obra assistência técnica (salário mínimo de R\$ 516,27). Para fins de cálculo dos custos com mão-de-obra, foram acrescentados dois

meses ao período de alimentação, para preparo/manutenção das instalações e demais atividades.

Outras despesas operacionais como manutenção de instalações, máquinas, implementos e equipamentos, combustível, energia elétrica, frete, impostos e alimentação da mão-de-obra foram estimadas pelo equivalente a 2,5 % das despesas operacionais citadas anteriormente para estimar o custo de oportunidade do capital investido.

Os custos fixos (CF) e variáveis (CV), custos operacionais efetivo (COE) e total (COT), margens bruta (MB) e líquida (ML), lucro, custo/kg ganho de peso, valor presente líquido (VPL), Índice Benefício: Custo (IB:C), Retorno adicional sobre o investimento (ROIA), Taxa Interna de Retorno (TIR) e período de recuperação do investimento (*payback*) descontado (PBd) foram obtidos conforme equações apresentadas na Tabela 1.

Para estimativa dos indicadores econômicos VPL, IB:C, ROIA, TIR e PBd, foram elaborados fluxos de caixa com horizonte de planejamento de um ano, conforme sugestão de Resende Filho, Braga e Rodrigues (2001). Para esses indicadores não foram incluídos os custos de oportunidade na estimativa do custo total.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F e teste de comparação de médias de "t" de student ao nível de 5% de significância. O modelo matemático utilizado foi o seguinte: $y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, onde: y_{ij} = variáveis dependentes, μ = média geral de todas as observações, T_i = efeito do tratamento de ordem i (1=425kg, 2=467kg e 3=510kg), e_{ij} = erro aleatório (\sim NID, 0, σ^2).

Resultados e Discussão

O custo estimado da dieta foi de R\$ 0,362 kg⁻¹, sendo que desse valor, a fração concentrado foi proporcionalmente superior em relação à fração volumoso (55 vs 45 %, respectivamente). Restle e Vaz (1999) verificaram que, em sistemas de terminação de bovinos de corte em confinamento, os maiores gastos são decorrentes da alimentação dos animais e entre os componentes da alimentação, o concentrado é o mais oneroso. Isso sugere que a redução no custo total da dieta está diretamente relacionada à aquisição estratégica dos ingredientes para confecção do concentrado, a preços diferenciados, aproveitando, por exemplo, preços mais baixos de acordo com a época do ano e/ou quantidade

adquirida. No presente estudo, a alimentação volumosa e concentrada representaram, em média, 7,5 e 9,2 % dos custos variáveis, respectivamente, e desconsiderando o custo com a compra do animal magro, esses itens representaram 28 e 34 % do custo total.

Os itens componentes do custo total da terminação de novilhos jovens de acordo com o peso de abate foram subdivididos em custos fixos e variáveis, conforme demonstrado na Tabela 2. Os custos fixos (média de 3,1 % do total), representados por depreciação e os custos de oportunidade de estrutura e da terra, apresentaram valor total por animal de R\$ 45,87. As depreciações com instalações, máquinas, implementos e equipamentos representaram quase a totalidade dos custos fixos (72 %). Em relação aos custos variáveis (média de 96,9 % do total), com exceção da compra do animal magro e controle sanitário, os demais itens que o compõem apresentaram diferença significativa ($P=0,0001$), aumentando conforme incrementou o peso de abate.

O custo total acompanhou o comportamento dos itens que o compõem, aumentando significativamente ($P=0,0001$) – incremento de 22% de 425 para 510 kg – com o aumento no peso de abate. A receita obtida com a venda do animal gordo apresentou diferença ($P=0,0351$) entre os pesos de abate de 425 e 510 kg, sendo intermediário o de 467 kg. A diferença de R\$ 0,09 entre os preços do boi gordo e boi magro resultaram em receita com transferência média de R\$ 42,06, valor já incorporado à receita obtida com a venda do animal gordo.

A relação entre indicadores de eficiência biológica e econômica é uma maneira direta e fácil de compreender a viabilidade de um investimento. Isso pode se estender a qualquer informação considerada relevante para a atividade em questão, sendo mais comum a relação custo/kg ganho de peso, utilizada em diversos estudos avaliando animais confinados (RODRIGUES FILHO et al., 2002; PACHECO et al., 2006; RESTLE et al., 2007). Espera-se que alterações no desempenho dos animais ao longo do período de alimentação interfiram nessa variável; no entanto, não foi o ocorrido no presente estudo.

Verifica-se na Tabela 2 que houve similaridade ($P=0,4467$) no custo/kg de ganho de peso, com média de R\$ 3,61 kg⁻¹. A redução linear no ganho de peso médio diário (na ordem de 26 % dos 425 para 510 kg) e a similaridade no consumo diário de matéria seca (em kg, % do

peso vivo ou g/unidade de tamanho metabólico) não foram suficientes para alterar o custo/kg de ganho de peso. Em estudos que avaliaram o custo/kg de ganho de peso de animais confinados, respostas distintas foram verificadas. Restle et al. (2007) verificaram incremento linear com o aumento no peso de abate, sendo reflexo do decréscimo no ganho de peso médio diário dos animais. Avaliando economicamente a terminação de novilhos de origem leiteira em confinamento, Rodrigues Filho et al. (2002) verificaram que o custo/kg de carne produzida foi superior ao preço do kg pago ao produtor, sugerindo a necessidade de se buscarem alternativas de mercado que valorizem a qualidade do produto oriundo deste sistema de produção.

O uso conjunto dos vários indicadores obtidos por fluxo de caixa (Tabela 3) resulta em informações mais consistentes do que o uso isolado de cada um deles ou de um subconjunto deles e se caracteriza pelo aprofundamento da avaliação do risco e seu confronto com a possibilidade de retorno (SOUZA e CLEMENTE, 2009).

As avaliações das margens bruta e líquida e do lucro são critérios que auxiliam na tomada de decisão em relação à viabilidade econômica de um projeto de investimento. No presente estudo, esses indicadores apresentaram similaridade estatística entre os pesos de abate, com valores médios de R\$ 58,42, 25,57 e -21,22/animal, respectivamente.

A margem bruta positiva indica a possibilidade de viabilidade econômica no curto prazo, pois cobre o custo operacional efetivo (desembolsos diretos). Já os valores positivos para a margem líquida demonstram viabilidade econômica no médio prazo, tendo a possibilidade de se manter no longo prazo, por cobrir o custo operacional efetivo e as depreciações. Nesse caso, a margem líquida permite a formação de capital suficiente para repor os bens de produção no final de suas respectivas vidas úteis, conforme explicam Simões, Moura, Rocha (2006). Em seu estudo, Simões, Moura e Rocha (2006) avaliaram os sistemas de cria, recria e engorda, e concluíram que somente o sistema de engorda (semi-confinamento) apresentou resultados negativos para alguns dos indicadores econômicos estudados, no qual a margem bruta foi positiva, e a margem líquida e o lucro foram negativos, demonstrando que o investimento nesse sistema foi menos atrativo que outra atividade que remunere o capital em 6% ao ano.

No estudo de Restle et al. (2007), avaliando aspectos econômicos da terminação em confinamento de novilhos Red Angus abatidos com 340, 373, 401 e 434 kg, houve lucro em todas as situações, porém com redução linear conforme o aumento no peso de abate, corroborando com os resultados do presente estudo.

Analisando o VPL, verifica-se similaridade ($P=0,9637$) entre os pesos de abate, com média de R\$ 8,73/animal. De acordo com Souza e Clemente (2009), valor de VPL igual a zero indica que o investimento recupera o custo inicial e também o remunera se tivesse sido aplicado na TMA. Portanto, no presente estudo, houve possibilidade do investimento em qualquer peso de abate gerar excedente atualizado para o valor presente. Mesmo sabendo que a estimativa do VPL seria mais adequada em horizonte de planejamento mais longo, optamos por seguir a sugestão de Resende Filho, Braga e Rodrigues (2001), que avaliaram diferentes sistemas de terminação em confinamento de bovinos no Estado de Minas Gerais, onde os autores estimaram VPLs obtidos por fluxos de caixa elaborados com horizonte de planejamento de um ano.

O IB:C, também denominado índice de lucratividade (LAPPONI, 2007), foi semelhante ($P=0,9967$) para todos os pesos de abate, o que era esperado, tendo em vista o comportamento do VPL. O IB:C nada mais é do que a relação entre o valor presente do fluxo de benefícios (receitas) e o valor presente do fluxo de investimentos (custos). Na média, o IB:C estimado foi de 1,025, sendo interpretado como o benefício depois de descontada a receita que seria obtida se cada R\$ 1,00 tivesse sido aplicado na TMA. No estudo de Mello et al. (2009), avaliando o IB:C da terminação em confinamento de bovinos cruzados europeu x zebu, houve redução linear com o aumento no peso de abate (480, 520 e 560 kg), passando de 1,83 para 0,95.

Entre os diversos indicadores de rentabilidade para um projeto de investimento, Souza e Clemente (2009) afirmam que o ROIA seria uma excelente estimativa de rentabilidade, pois representa a riqueza gerada pelo investimento, isto é, o que se obtêm além da aplicação do capital na TMA. O ROIA, expresso em porcentagem, também é denominado valor econômico agregado (VEA), (LAPPONI, 2007). No presente estudo, o ROIA foi positivo e similar ($P=0,9927$) para todos os pesos de abate,

apresentando o mesmo comportamento em relação ao IB:C, com média de 2,47%.

A TIR é a taxa que torna o VPL nulo. Assim, se a TIR for menor ou igual à TMA, o retorno do investimento seria negativo ou nulo, respectivamente. No presente estudo, a TIR foi maior que a TMA (0,4868 %) para os pesos de abate de 425 e 467 kg. A menor estimativa de TIR para o peso de 510 kg (0,393 %) não foi suficiente para resultar em diferença significativa ($P=0,9623$). No estudo de Fernandes et al. (2007), avaliando economicamente a terminação de bovinos Canchim em confinamento, verificou-se que a taxa de remuneração mensal foi superior às principais aplicações disponíveis no mercado financeiro quando os animais foram alimentados com silagem de milho, sendo que a utilização de animais castrados apresentou o pior resultado, inferior ao rendimento da poupança.

Outro indicador relevante na avaliação econômica seria o PBd (descontado para a TMA), que avalia o prazo de recuperação do capital investido considerando o valor do dinheiro no tempo, tornando-se um indicador mais refinado em relação ao *payback* original (LAPPONI, 2007). Para o sistema de terminação adotado no presente estudo, PBds estimados coincidentes com o número total de meses previstos para o início e término do período de terminação são esperados, pois somente no final da execução do período de confinamento até atingir os pesos de abate estipulados é que se obteve fluxo de caixa positivo, devido à comercialização dos animais gordos.

Conforme Souza e Clemente (2009), à medida que o *payback* se aproxima do final do horizonte de planejamento, maior é o risco de inviabilidade do investimento. No presente estudo, o PBd diferiu entre os pesos de abate ($P=0,0001$), acompanhando o número de períodos incluídos no fluxo de caixa. No entanto, esse resultado indica elevado risco de retorno do investimento em qualquer tratamento avaliado.

Conclusões

Avaliando os indicadores financeiros utilizados no presente estudo de maneira conjunta, houve similaridade entre os pesos de abate quanto à viabilidade econômica por animal confinado. Considerando os itens de custo e receitas estimados a partir de cotações anuais de 2004 a 2012, o uso do confinamento no Rio Grande do Sul como opção de terminação visando obter os benefícios diretos desta

tecnologia representa alternativa de investimento com baixo retorno econômico.

Referências

ARBOITTE, M.Z. et al. Desempenho em confinamento de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.947-958, 2004.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**. Brasília, 2010. 60 p.

FERNANDES, A. R. M. et al. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 855-864, 2007.

LAPPONI, J. C. **Projetos de investimento na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 488 p.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, p. 123-139, 1976.

MELLO, R. et al. Bio-economicity of the finishing phase on feedlot of crossbred young bulls slaughtered at different body weights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 109-121, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242 p

PACHECO, P. S. et al. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.1, p. 309-320, 2006.

RESENDE FILHO, M. A.; BRAGA, M. J.; RODRIGUES, R.V. Sistemas de terminação em confinamento: perspectivas para dinamização da cadeia produtiva da carne bovina em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Economia**, v. 55, n. 1, p. 107-131, 2001.

RESTLE, J. et al. Apreciação econômica da terminação em confinamento de novilhos Red Angus superjovens abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 978-986, 2007.

RESTLE, J.; VAZ, F. N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. (Eds.) **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p. 141-198.

RODRIGUES FILHO, M. et al. Avaliação econômica do confinamento de novilhos de origem leiteira, alimentados com diferentes níveis de concentrado e de cama de frango. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2055-2069, 2002.

SIMÕES, A. R. P.; MOURA, A. D.; ROCHA, D. T. Avaliação econômica comparativa de sistemas de produção de gado de corte sob condições de risco no Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 5, n. 1, p. 51-72, 2006.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 186 p.

Tabela 1 – Equações utilizadas para cálculo dos indicadores econômicos, estimados por animal.

Indicador ¹	Unidade	Equação
Custo fixo (CF)	R\$	= depreciação (instalações, máquinas, implementos e equipamentos) + oportunidade (instalações, máquinas, implementos e equipamentos) + oportunidade da terra
Custo variável (CV)	R\$	= compra do animal magro + controle sanitário, alimentação com volumoso e concentrado + mão-de-obra contratada/diarista e assistência técnica + outras despesas operacionais + oportunidade do capital investido
Custo operacional efetivo (COE)	R\$	= compra do animal magro + controle sanitário, alimentação com volumoso e concentrado + mão-de-obra contratada/diarista e assistência técnica + outras despesas operacionais
Custo operacional total (COT)	R\$	= COE + depreciação (instalações, máquinas, implementos e equipamentos)
Custo total	R\$	= (CF + CV) ou (COT + Oportunidades)
Receita com venda do animal gordo (R)	R\$	= peso vivo final * (R\$/kg vivo animal gordo)
Margem bruta (MB)	R\$	= R – COE
Margem líquida (ML)	R\$	= R – COT
Lucro	R\$	= R – custo total
Custo/kg ganho de peso	R\$/kg	= (custo total-custo de compra do animal magro)/ganho de peso total na terminação
Valor presente líquido (VPL)	R\$	$= \sum_{i=1}^n \frac{\text{valores}_i}{(1 + TMA)^i}$, onde n=número de fluxos de caixa e TMA=taxa mínima de atratividade
Índice Benefício:Custo (IB:C), ou índice de lucratividade		= Valor presente dos fluxos de caixa positivos/valor presente dos fluxos de caixa negativos
Retorno adicional sobre o investimento (ROIA) ou valor econômico agregado (EVA)	%	$= \sqrt[n]{\frac{IB:C}{VPP}} - 1$, onde n=número de fluxos de caixa e VPP=valor presente dos fluxos de caixa positivos.
Taxa Interna de Retorno (TIR)	% a.m.	$-I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t}$, onde: I= investimento de capital na data zero, FC _t = retorno na data t do fluxo de caixa e n= prazo de análise do projeto
Período de recuperação do investimento (payback) descontado (PBd)	mês	= ((-1*valor presente dos fluxos de caixa negativos)/ valor presente dos fluxos de caixa positivos)*número de fluxos de caixa

¹ Considerando valores dos anos de 2004 a 2012 deflacionados para 2012.

Tabela 2 – Médias para itens componentes dos custos e receitas estimados por animal, de acordo com o peso de abate.

Itens ¹	Peso de abate, kg			Média	% ⁴	Pr>F
	425	467	510			
Boi magro, R\$/kg vivo	2,99	2,99	2,99	-	-	-
Boi gordo, R\$/kg vivo	3,08	3,08	3,08	-	-	-
Custos fixos, R\$ ²	45,87	45,87	45,87	45,87	3,1	-
Depreciação, R\$ ³	32,85	32,85	32,85	32,85	71,6	-
Oportunidade da estrutura, R\$ ³	1,92	1,92	1,92	1,92	4,2	-
Oportunidade terra, R\$	10,80	10,80	10,80	10,80	23,5	-
Custos variáveis, R\$	1.275,00 ^c	1.413,24 ^b	1.560,45 ^a	1.416,23	96,9	0,0001
Compra do animal magro, R\$	1.079,39	1.079,39	1.079,39	1.079,39	76,2	-
Controle sanitário, R\$	3,90	3,90	3,90	3,90	0,3	-
Alimentação volumoso, R\$	50,86 ^c	104,60 ^b	161,60 ^a	105,69	7,5	0,0001
Alimentação concentrado, R\$	62,80 ^c	129,13 ^b	199,50 ^a	130,48	9,2	0,0001
Mão-de-obra contratada/diarista, R\$	12,20 ^c	15,26 ^b	18,31 ^a	15,26	1,1	0,0001
Assistência técnica, R\$	10,98 ^c	13,73 ^b	16,48 ^a	13,73	1,0	0,0001
Outros, R\$	30,50 ^c	33,65 ^b	36,98 ^a	33,71	2,4	0,0001
Oportunidade capital investido, R\$	24,35 ^c	33,57 ^b	44,28 ^a	34,07	2,4	0,0001
Custo Operacional Efetivo, R\$	1.250,65 ^c	1.379,67 ^b	1.516,16 ^a	1.382,16	94,6	0,0001
Custo Operacional Total, R\$	1.283,50 ^c	1.412,51 ^b	1.549,02 ^a	1.415,01	96,8	0,0001
Custo Total (CT), R\$	1.320,57 ^c	1.458,81 ^b	1.606,01 ^a	1.461,80	-	0,0001
Custo/kg de ganho de peso, R\$/kg	3,77	3,48	3,58	3,61	-	0,4467
Receita com venda animal gordo (R), R\$	1.309,00 ^b	1.438,36 ^{ab}	1.570,80 ^a	1.440,58	-	0,0351

^{a,b,c}Médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem pelo teste t (P<0,05).

¹Considerando valores dos anos de 2004 a 2012 deflacionados para 2012.

²Horizonte de planejamento de um ano.

³ instalações, máquinas, implementos e equipamentos.

⁴Considerando a média dos itens.

R\$ = 0,54 US\$.

Tabela 3 – Médias para indicadores financeiros estimados por animal, de acordo com o peso de abate.

Indicadores financeiros ¹	Peso de abate			Média	Pr>F
	(kg)				
	425	467	510		
Taxa Mínima de Atratividade (TMA), % a.m.	0,4868	0,4868	0,4868	-	-
N. períodos (fluxo de caixa), meses	4	5	6	-	-
Margem bruta, R\$	59,88	58,69	56,68	58,42	0,9994
Margem líquida, R\$	27,03	25,84	23,83	25,57	0,9994
Lucro, R\$	-10,04	-20,45	-33,17	-21,22	0,9680
Valor Presente Líquido (VPL) , R\$ ²	20,60	9,20	-3,62	8,73	0,9637
Índice Benefício: Custo (IB:C) ²	1,0268	1,0246	1,0228	1,025	0,9967
Retorno adicional sobre investimento (ROIA), % ²	2,68	2,46	2,28	2,47	0,9927
Taxa Interna de Retorno (TIR), % a.m. ²	0,900	0,592	0,393	0,628	0,9623
Payback descontado (PBd), meses ²	3,93 ^c	4,90 ^b	5,89 ^a	4,91	0,0001

^{a,b,c} Médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem pelo teste t (P<0,05).

¹Considerando valores dos anos de 2004 a 2012 deflacionados para 2012.

²Obtidos por fluxo de caixa.

R\$ = 0,54 US\$.

Biomassa microbiana, atividade e diversidade metabólica em um Argissolo sob diferentes manejos¹

**Bruno Brito Lisboa², Luciano Kayser Vargas³, André Dabdab Abichequer³,
Flávio Anastácio de Oliveira Camargo⁴, Pedro Alberto Selbach⁴.**

Resumo - Os sistemas de manejo com diferentes aportes de resíduos culturais e diferentes graus de mobilização do solo afetam a estrutura e a atividade da comunidade microbiana, com reflexos na produtividade das culturas e na qualidade do solo. No presente trabalho, foram avaliados os atributos microbianos de um Argissolo cultivado em três sistemas de culturas (pousio no inverno e duas rotações de culturas), implementados sob preparo convencional ou plantio direto, utilizando-se o campo nativo como referencial. Foram estimadas a biomassa microbiana, a atividade respiratória, as atividades das enzimas α -glicosidase, urease, arilsulfatase e fosfatase ácida, além da diversidade metabólica da microbiota. As análises de biomassa e de atividade respiratória, bem como o índice das atividades enzimáticas, indicaram comportamento semelhante entre solo sob plantio direto e campo nativo, os quais diferiram daquele sob preparo convencional, não havendo diferenças quanto aos sistemas de culturas. Em relação à diversidade metabólica, a determinação demonstrou um padrão distinto entre o preparo convencional e os demais tratamentos. De forma geral, para os indicadores empregados no presente trabalho, o plantio direto assemelhou-se ao campo nativo e os sistemas de culturas utilizados não promoveram impactos significativos sobre qualquer dos indicadores bioquímicos utilizados.

Palavras-chave: Preparos de solo. Rotação de culturas. Atividade enzimática.

Microbial biomass, activity and metabolic diversity in a Paleudult soil cultivated under different management systems

Abstract – Soil management systems with different crop residue inputs and different soil mobilization degrees, influence microbial community structure and activity, affecting crop productivity and soil quality. In the present study, we evaluated the microbial attributes of a Paleudult with three crop systems (winter fallow or two crop rotations) under conventional tillage or no-tillage, having a natural pasture as the reference system. Microbial biomass, respiratory activity, activity of β -glicosidase, urease, arylsulphatase and acid phosphatase, besides metabolic diversity, were evaluated. The analysis of microbial biomass and respiratory activity, as well as the index of enzymatic activities, revealed that no-till and natural pasture were quite similar, differing from soil under conventional tillage, with no influence of crop systems on these parameters. Regarding metabolic diversity, it was observed a distinct pattern between conventional tillage and the all other treatments. As a whole, considering the microbial indicators analyzed in this research, no-tillage resembled to natural pasture and the crop systems did not impact the biochemical indicators evaluated.

Key words: Soil tillage. Crop rotation. Enzyme activity.

¹ Manuscrito submetido em 24/09/12 e aceito para publicação em 08/01/2013.

² Eng. Agr. MSc. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, Porto Alegre, RS, CEP: 90130-060. *E-mail:* bruno@fepagro.rs.gov.br.

³ Eng. Agr. Dr. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, Porto Alegre, RS, CEP: 90130-060.

⁴ Professor Associado, Dr. Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, CEP, 91540-000.

Introdução

O solo é um recurso natural não renovável, suscetível a processos de degradação induzidos por práticas agrícolas inadequadas. Desse modo, a escolha de sistemas de culturas e de preparo são cruciais em relação à geração de impactos ao solo. Em função disto, estratégias têm sido desenvolvidas a fim de promover a manutenção da produtividade dos solos em longo prazo. A adoção do plantio direto (PD) em substituição ao preparo convencional (PC), bem como o emprego da rotação de culturas ao invés da sucessão e do pousio, são alternativas conservacionistas para a produção de grãos (CARTER, 1986; CATTELAN e VIDOR, 1990; GOVAERTS et al., 2007).

Os preparos de solo diferem essencialmente quanto ao grau de mobilização e à forma de disposição dos resíduos vegetais no solo. O PC tem como característica principal o revolvimento do solo com a incorporação homogênea do resíduo vegetal da cultura anterior por meio de operações de aração e gradagem. Esse sistema apresenta problemas, como a redução dos teores de matéria orgânica do solo, erosão superficial e compactação abaixo da camada arável. O PD surgiu como uma alternativa para reduzir estes processos de degradação, por meio da eliminação das operações de revolvimento do solo, o que proporciona a redução da erosão e o aumento dos teores de carbono orgânico do solo (ALVAREZ, 1995; BAYER e MIELNICZUK, 1997). Porém, alguns problemas podem estar associados ao PD, como a compactação da camada superficial do solo, capaz de reduzir o crescimento radicular das culturas (COLLARES, REINERT, KAISER, 2006). Já os sistemas de culturas podem influenciar o solo no que se refere à disponibilidade de nutrientes, profundidade de exploração radicular, quantidade e qualidade dos resíduos vegetais aportados (BALOTA et al., 2004), às condições físicas (ALBUQUERQUE et al., 1995) e químicas (BAYER e MIELNICZUK, 1997).

Assim, torna-se oportuno o desenvolvimento de parâmetros para diagnosticar e prever os efeitos desses manejos sobre o solo. Porém, indicadores definitivos de qualidade do solo, diferentemente da água e do ar, ainda não são uma realidade, em função da complexidade proveniente da elevada diversidade de solos, bem como das interações entre os seus atributos físicos, químicos e biológicos. Nesse contexto, a matéria orgânica do solo (MO) associa tais

aspectos, visto que possui influência direta na estrutura e densidade do solo, capacidade de infiltração e retenção de água, resistência à erosão, disponibilidade de nutrientes e atividade microbiana (MIELNICZUK, 1999; REEVES, 1997). Contudo, alterações significativas na MO induzidas por sistemas de manejo somente podem ser detectadas após alguns anos (BAYER e MIELNICZUK, 1997). Por outro lado, a dinâmica da MO é controlada pela comunidade microbiana do solo, sendo que esta, por sua vez, responde rapidamente a alterações no seu ambiente (FRIEDEL, MUNCH, FISCHER, 1996). Sendo assim, parâmetros ligados à atividade da microbiota do solo podem fornecer informações rápidas e precisas. Dessa forma, indicadores bioquímicos têm sido extensivamente aplicados pela pesquisa na busca de uma melhor compreensão das consequências produzidas pela adoção de práticas de manejo do solo (ROLDÁN et al., 2003; ROLDÁN et al., 2007; IZQUIERDO et al., 2003).

Alterações no balanço do carbono orgânico do solo podem ser percebidas de maneira antecipada por meio da determinação da biomassa e da atividade microbianas do solo, em função do papel da microbiota como precursora na formação de frações mais estáveis da MO (CARTER, 1991). A análise da atividade de enzimas microbianas também fornece informações quanto à dinâmica da ciclagem de nutrientes a partir da MO, possuindo sensibilidade para responder rapidamente a distúrbios no solo (DICK, BREACKWELL e TURCO, 1996). Da mesma maneira, a determinação da diversidade metabólica mediante o padrão de consumo de diferentes fontes de carbono pela porção cultivável da comunidade microbiana vem sendo utilizada para a avaliação de impactos de manejos sobre o solo (LUPWAYI et al., 2001).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi comparar, por meio do emprego de indicadores bioquímicos, o impacto de diferentes sistemas de culturas e preparos na qualidade do solo, em relação a um sistema referencial.

Material e Métodos

Amostragens e tratamentos:

O experimento do qual foram coletadas as amostras para a realização deste trabalho caracteriza-se por ser de longa duração, tendo sido instalado no ano de 2000, em área de campo nativo, sem histórico de cultivos anteriores, sobre

solo classificado como um Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2006). A área está localizada na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, no município de Eldorado do Sul (RS), na região fisiográfica da Depressão Central (30°05'25" S, 51°40'33" W). O clima regional é classificado como subtropical de verão úmido quente do tipo fundamental Cfa, conforme a classificação de Köppen.

Os tratamentos foram dispostos em parcelas principais caracterizadas pelos sistemas de culturas (30x30m) e subparcelas para os preparos de solo (7,5x30m). Foram avaliados os sistemas de culturas rotação A, rotação B e pousio de inverno, nos sistemas de preparo de solo convencional (PC) e direto (PD), além do campo nativo (CN) no qual jamais foi realizado qualquer tipo de preparo (Tabela 1). Nesse tratamento foi executada semestralmente uma simulação de pastejo mediante operações de sega e coleta do resíduo vegetal, além de não ter sido praticada a reposição de nutrientes por meio de adubações.

A amostragem de solo para as determinações foi realizada em 18/03/2008, período em que todos os sistemas foram cultivados com soja. Para a coleta das amostras, as parcelas foram divididas em três pontos de amostragem. Cada amostra foi constituída por 15 subamostras coletadas de forma completamente casualizada, com auxílio de um trado calador, na profundidade de 0-7 cm, a fim de priorizar a região com maior atividade microbiana do solo, formando uma massa final de aproximadamente 500 g por amostra, armazenada em temperatura de 4 °C por no máximo quatro dias. As amostras foram enviadas para o Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para que fosse realizada a caracterização química do solo em cada tratamento (Tabela 2).

Análises bioquímicas e estatísticas:

As amostras foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros bioquímicos: biomassa microbiana (BM), atividade microbiana (AM) e atividade das enzimas β -glicosidase (ciclo do carbono), fosfatase ácida (ciclo do fósforo), arilsulfatase (ciclo do enxofre), urease (ciclo do nitrogênio) e diversidade metabólica. Para a avaliação da BM foi utilizado o método da fumigação-incubação (JENKINSON e POWLSON, 1976), empregando-se o fator de correção proposto por Horwath et al. (1996). As amostras não fumigadas foram mantidas em incubação por um período de 60 dias, ao longo do qual se avaliou a AM. A determinação da atividade enzimática do solo deu-se pelo

emprego das metodologias propostas por Dick, Breackwell e Turco (1996), adaptadas por Verchot e Borelli (2005). Os resultados referentes à atividade das quatro enzimas foram utilizados para a geração de um índice integralizador, empregando a expressão matemática proposta por Hinojosa et al. (2004), com a finalidade de fornecer um dado global da atividade das enzimas avaliadas.

Para a determinação da diversidade metabólica, diluições de solo foram incubadas em microplacas *ECOplate* (Biolog inc.) com 31 diferentes fontes de carbono em triplicata, conforme Li, Wu, e Chen (2007), as quais foram analisadas em leitor de microplacas, gerando uma matriz binária (fonte de carbono utilizada ou não), além do cálculo do índice de Shannon, segundo Derry, Staddon e Trevors (1998). Os dados obtidos nas diferentes avaliações foram analisados segundo um delineamento totalmente casualizado, com o emprego de três repetições. As médias das análises respirométricas (AM e BM), do índice integralizador das atividades enzimáticas e do índice de Shannon foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. A matriz binária gerada nas leituras colorimétricas das placas *Biolog* foi submetida à análise multivariada através da determinação do componente principal, empregando-se para tal o programa computacional PAST versão 1.32 (HAMMER e HARPER, 2003).

Resultados e Discussão

Biomassa Microbiana:

A análise dos dados de BM (Tabela 3) indica nitidamente a separação de dois grupos em decorrência do sistema de preparo de solo utilizado, dos quais os tratamentos sob CN e PD (ausência de revolvimento de solo) apresentaram as maiores biomassas em relação aos submetidos ao PC. Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Eekeren et al. (2008), que observaram valores de biomassa mais elevados em solo sob PD, em relação ao sistema que empregava a aração do solo. Conforme Roldán et al. (2003), o aumento da BM do solo está correlacionado com a adoção do PD e com o aumento da adição de resíduos culturais na superfície do solo. Também corroborando esses resultados, Balota et al. (1997) observaram, na comparação entre PD e PC em sucessões de trigo/milho e trigo/soja, que o sistema com menor revolvimento do solo apresentou maior BM. Os

autores concluíram, naquele trabalho, que a BM comportou-se como uma indicadora eficiente das alterações microbianas ocorridas no solo em função do manejo aplicado.

De forma geral, os valores de BM no solo sob PD não diferem do referencial (CN), indicando um menor impacto desse sistema de preparo de solo em relação ao PC, no que se refere a esse parâmetro. Mijangos et al. (2006) observaram que os valores de BM do solo sob PC foram inferiores em relação ao PD e ao CN, enquanto esses dois sistemas não apresentaram diferenças entre eles, semelhantemente aos resultados do presente trabalho. Sabe-se que as modificações na BM possuem relação com as variações do carbono orgânico no solo (ALVAREZ, 1995), indicando que os sistemas que contribuem para o aumento da MO do solo, como o PD e o CN, são os que obtêm os maiores valores nesses parâmetros. De forma inversa, as operações mecânicas do PC incorporam os resíduos culturais ao solo, rompendo agregados, acelerando a decomposição da MO, além de manter o solo descoberto, favorecendo também as perdas desta por erosão superficial (LEE, PHILLIPS, LIU, 1993). Essa conclusão é corroborada pelos teores de MO encontrados no solo do presente trabalho, os quais foram claramente influenciados pelo sistema de preparo.

Os resultados deste trabalho indicaram baixo impacto dos sistemas de cultura sobre a BM.

Atividade microbiana:

A avaliação de AM apresentou resultado semelhante ao da BM, pois se observa na Tabela 4 uma ordenação semelhante dos tratamentos nos dois parâmetros. Porém, a sensibilidade da AM para diferenciar os tratamentos foi superior, tendo em vista o número maior de classes geradas na análise estatística. O sistema referencial assemelhou-se aos tratamentos com PD, sendo também sugerida por esse parâmetro uma menor perturbação do solo quando comparado ao sob PC.

Segundo Bradford e Peterson (2000), sistemas agrícolas nos quais o solo não é revolvido tendem a apresentar maior AM, tendo em vista o aporte gradual de carbono, menores amplitudes térmicas em função da cobertura do solo e manutenção da umidade na camada superficial. Da mesma forma, Vargas e Scholles (2000) observaram que a AM do solo foi favorecida pelo emprego do PD. Naquele trabalho, os autores concluem que a maior disponibilidade de carbono na camada

superficial do solo, proporcionada pelo sistema conservacionista de preparo, favorece a atividade dos microrganismos, pois a determinação da AM é uma leitura indireta do carbono prontamente mineralizável do solo, o que, portanto, indica que quanto mais positivo for o balanço do carbono no sistema, maior será o potencial da AM no solo.

A AM, de modo similar ao verificado na análise de BM, foi pouco influenciada pelo sistema de cultura aplicado, sobressaindo-se o efeito de preparo de solo. Além disso, nota-se que a ordenação dos sistemas de cultura no preparo convencional do solo foi idêntica à obtida na avaliação da BM. Resultados semelhantes foram obtidos por Meriles et al. (2008), que também não identificaram de forma clara, por meio da AM, diferenças entre sistemas de culturas. Da mesma forma, Balota et al. (1997), avaliando parâmetros microbiológicos entre os sistemas trigo/soja e trigo/milho em PC e PD, observaram poucas diferenças entre essas sucessões.

Atividade Enzimática:

Verificando-se o resultado da análise estatística do índice gerado pelos dados das atividades das enzimas β -glicosidase, fosfatase ácida, urease e arilsulfatase (Tabela 5), observa-se que a ordenação dos tratamentos é semelhante à obtida na avaliação AM, sendo que os agrupamentos estatísticos são idênticos aos obtidos nesta análise. Tal comportamento, que determina semelhança na sensibilidade desses parâmetros, pode derivar do fato de que ambos os indicadores refletem potencialmente a atividade da comunidade microbiana do solo, sendo que a AM, obtida de forma direta, indica a parcela MO que está prontamente disponível para ser degradada, enquanto o conjunto das atividades enzimáticas indica indiretamente a atividade dos microrganismos, em função da capacidade de mineralizar substâncias orgânicas do solo constituídas por C, P, N e S. O CN, em relação à atividade de enzimas, diferentemente para as avaliações de BM e AM, é numericamente inferior aos tratamentos sob PD, porém sem diferença estatística entre esses sistemas. Por outro lado, o tratamento que envolveu o PC com utilização do pousio, assemelhou-se com os sistemas não utilizam revolvimento do solo (CN e PD), o que também foi verificado nos parâmetros anteriores. Todavia, novamente não foi identificado um efeito de sistema de cultura, prevalecendo o efeito de preparo de solo. De forma semelhante, García-Ruiz et al. (2008),

utilizando o mesmo índice em trabalho que comparava sistemas orgânico e convencional de produção de olivas na Espanha, utilizando a determinação da atividade de enzimas do solo, observou que a expressão matemática foi eficiente em distinguir os dois manejos, que se diferiam principalmente pela menor movimentação do solo no cultivo orgânico durante a condução dos olivais.

Diversidade Metabólica:

O índice de diversidade de Shannon, obtido a partir da leitura de absorvância para cada fonte de carbono em relação ao total das fontes, não identificou diferenças significativas para os sistemas de manejo, como mostra a Tabela 6.

Embora o índice de diversidade de Shannon não tenha revelado distinções entre fontes de carbono, foram constatadas diferenças nos tipos de fontes utilizadas a partir da análise de componentes principais (Figura 1). Nesta análise, nota-se que o componente principal 2 destacou o preparo convencional dos demais tratamentos sem revolvimento de solo. Observa-se, ainda, a formação de dois grupos com comportamentos metabólicos distintos. O primeiro reúne o campo nativo (condição preservada do solo) juntamente com o plantio direto nos sistemas Rotação B e pousio. Por esse resultado, o PD apresenta tendência a assemelhar-se com o CN, exceto quando cultivado sob Rotação A, que nesse caso, juntamente com o sistema convencional, formou o segundo grupo, indicando uma influência mais intensa do sistema de cultivo sobre o tipo de preparo de solo nesta rotação. De um modo geral, os resultados obtidos no presente trabalho assemelham-se aos obtidos por Gomez, Garland e Conti (2004), que observaram uma acentuada separação de grupos entre tratamentos com campo nativo e PC com o uso de microplacas *Biolog GN*.

Os resultados indicam que os sistemas que propiciaram maior acúmulo de carbono (PD) se aproximaram mais do CN, enquanto os tratamentos que envolveram PC com os sistemas pousio e Rotação B foram os mais distantes do campo nativo em termos de utilização de fontes de carbono.

Conclusões

Os resultados obtidos a partir dos parâmetros bioquímicos (biomassa microbiana, atividade respiratória, atividade enzimática e diversidade metabólica) utilizados neste trabalho indicam que

o PD assemelhou-se ao sistema referencial (CN), portanto, mantendo a qualidade original do solo, enquanto o PC foi o que mais se diferenciou, demonstrando que este sistema de preparo levou à redução da qualidade do solo, nas condições do experimento.

Os sistemas de culturas utilizados no presente trabalho, considerando o período de oito anos do experimento, não promoveram impactos significativos sobre qualquer dos indicadores bioquímicos utilizados.

Referências

ALBUQUERQUE, J. A. et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 19, p. 275-280, 1995.

ALVAREZ, R. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from tree tillage systems. **Soil and Tillage Research**, New York, v. 31, n.1, p. 17-28, 1995.

BALOTA, E. L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 641-649, 1997.

_____. Soil enzyme activities under long-term tillage and crop rotation systems in subtropical agro-ecosystems. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 35, p. 300-306, 2004.

BAYER, C; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 105-112, 1997.

BRADFORD, J. M.; PETERSON, G. A. Conservation Tillage. In: SUMNER, M. E. (Ed). **Handbook of Soil Science**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 247-266.

CARTER, M. R. Microbial biomass as an index for tillage-induced changes in soil biological properties. **Soil and Tillage Research**, New York, v. 7, p. 29-40, 1986.

_____. The influence of tillage on the proportion of organic carbon and nitrogen in the

- microbial biomass of médium-textured soils in a humid climate. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 11, p. 135-139, 1991.
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, p. 133-142, 1990.
- COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; KAISER, D. R. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 1663-1674, 2006.
- DERRY, A. M.; STADDON, W. J.; TREVORS, J. T. Functional diversity and community structure of microorganisms in uncontaminated and creosote-contaminated soils as determined by sole-carbon-source-utilization. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Oxford, v. 14, p. 571-578, 1998.
- DICK, R. P.; BREACKWELL, D. P.; TURCO, R. F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds.) **Methods for Assessing Soil Quality**. Madison: SSSA, 1996. p. 247-271. (SSSA Special Publication, 49).
- EEKEREN, N. V. et al Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. **Applied Soil Ecology**, New York, v. 40, p. 432-446, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2006. 306 p.
- FRIEDEL, J. K.; MUNCH, J. C.; FISCHER, W. R. Soil microbial properties and the assessment of available soil organic matter in a haplic luvisol after several years of different cultivation and crop rotation. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 28, p. 479-488, 1996.
- GARCÍA-RUIZ, R. et al. Suitability of enzyme activities for the monitoring of soil quality improvement in organic agricultural systems. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 40, p. 2137-2145, 2008.
- GOMEZ, E.; GARLAND, J.; CONTI, M. Reproducibility in the response of soil bacterial community-level physiological profiles from a land use intensification gradient. **Applied Soil Ecology**, v. 26, p. 21-30, 2004.
- GOVAERTS, B. et al. Influence of permanent raised bed planting and residue management on physical and chemical soil quality in rain fed maize/wheat systems. **Plant Soil**, v. 291, p. 39-54, 2007.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T. **Past**, versão 1.18. Copyright Hammer e Harper. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 2 out. 2012.
- HINOJOSA, M.B. et al. Microbiological rates and enzyme activities as indicators of functionality in soils affected by the Aznalcóllar toxic spill. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 36, p. 1637-1644, 2004.
- HORWATH, et al. Defining a realistic control for the chloroform fumigation-incubation method using microscopic counting and ¹⁴C-substrates. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 76, p. 459-467, 1996.
- IZQUIERDO, I. et al. Changes in physical and biological soil quality indicators in a tropical crop system (Havana, Cuba) in response to different agroecological management practices. **Environmental Management**, New York, v. 32, p. 639-645, 2003.
- JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil – V. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 8, n. 3, p. 209-213, 1976.
- LEE, J. J.; PHILLIPS, D. L.; LIU, R. The effect of trends in tillage practices on erosion and carbon content of soils in the US corn belt. **Water, Air, and Soil Pollution**, Amsterdam, v. 70, p. 389-401, 1993.
- LI, Z.; WU, X.; CHEN, B. Changes in transformation of soil organic C and functional diversity of soil microbial community under different land uses. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v.6, p.1235-1245, 2007.

- LUPWAYI, N. Z. et al. Bacterial diversity in water-stable aggregates of soils under conventional and zero tillage management. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 16, p. 251–261, 2001.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica dos solos**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p 1-9.
- MIJANGOS, I. et al. Effects of fertilization and tillage on soil biological parameters. **Enzyme and Microbial Technology**, Amsterdam, v. 40, p. 100-106, 2006.
- MERILES, J. M. et al. Soil Microbial communities under different soybean cropping systems: characterization of microbial populations dynamics, soil microbial activity, microbial biomass, and fatty acids profiles. **Soil and Tillage Research**, New York, 2008. No prelo.
- REEVES, D.W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. **Soil and Tillage Research**, New York, v. 43, p. 131-167, 1997.
- ROLDÁN, A. et al. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico). **Soil and Tillage Research**, New York, v. 72, p. 65-73, 2003.
- ROLDÁN, A. et al. Soil sustainability indicators following conservation tillage practices under Subtropical maize and bean crops. **Soil and Tillage Research**, New York, v. 93, p. 273–282, 2007.
- VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 35-42, 2000.
- VERCHOT, L.V.; BORELLI, T. Application of para-nitrophenol (pNP) enzyme assays in degraded tropical soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 37, p. 625–633, 2005.

Tabela 1 - Histórico dos sistemas de culturas empregados nos últimos quatro anos, em Argissolo Vermelho da Depressão Central – RS (EEA-UFRGS, Eldorado do Sul/RS).

Ano	Sistema de Culturas		
	Rotação A	Rotação B	Pousio
2008	Soja	Soja	Soja
2007	Aveia+Ervilhaca	Aveia+Ervilhaca	Espontâneas
2006	Milho	Milho	Milho
2005	Trigo	Aveia+Ervilhaca	Espontâneas

Tabela 2 - Análise química de Argissolo Vermelho da Depressão Central – RS com campo natural ou manejado sob preparo convencional ou plantio direto e submetido a dois sistemas de rotação de culturas ou pousio no inverno na camada de 0-7 cm de profundidade (EEA-UFRGS, Eldorado do Sul/RS).

Sistema	P	K	MO	pH	SMP	Al	Ca	Mg	Argila
	-----mg dm ⁻³ -----		%			-----cmol _c /dm ⁻³ -----			%
PD/Rotação A	24,0	258	4,4	6,5	6,8	0,0	9,3	5,1	30
PD/Rotação B	35,0	232	4,2	6,3	6,7	0,0	8,9	5,1	31
PD/Pousio	15,0	219	3,8	6,7	6,9	0,0	7,4	3,7	28
PC/Rotação A	18,0	235	2,5	5,7	6,3	0,0	4,0	2,6	32
PC/Rotação B	19,0	237	2,7	5,7	6,3	0,0	4,2	2,6	33
PC/Pousio	9,6	204	2,7	5,9	6,3	0,0	4,0	2,2	29
Campo Nativo	7,7	167	4,6	5,2	6,1	0,3	3,1	2,2	32

Tabela 3 - Biomassa microbiana em Argissolo Vermelho da Depressão Central –RS (mgC g de solo⁻¹) nos diferentes sistemas de preparo e de culturas. (PD= plantio direto, PC= preparo convencional e CN= campo nativo).

Tratamento	Índice
CN	238,3 A*
Pousio/PD	231,0 a
Rotação B/PD	185,9 ab
Rotação A/PD	168,0 ab
Pousio/PC	152,8 ab
RotaçãoB/PC	130,4 b
Rotação A/PC	106,6 b
CV(%)	20,8

*Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey

Tabela 4 - Atividade microbiana Argissolo Vermelho da Depressão Central –RS (mgC g de solo⁻¹) nos diferentes sistemas de preparo e de culturas. (PD= plantio direto, PC= preparo convencional e CN= campo nativo).

Tratamento	CO₂
CN	588,7 a
Rotação A/PD	531,8 a
Pousio/PD	504,5 ab
Rotação B/PD	486,8 ab
Pousio/PC	330,8 bc
Rotação B/PC	291,7 c
Rotação A/PC	273,8 c
CV(%)	15,9

*Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Tabela 5 - Índice integralizador das atividades enzimáticas (glicosidase, fosfatase ácida, urease e arilsulfatase) nos diferentes sistemas de preparo e de culturas em Argissolo Vermelho da Depressão Central –RS. (PD= plantio direto, PC= preparo convencional e CN= campo nativo).

Tratamento	Índice
Rotação A/PD	200,8 a
Pousio/PD	200,7 a
Rotação B/PD	194,9 ab
CN	185,9 ab
Pousio/PC	129,1 bc
Rotação B/PC	108,0 c
Rotação A/PC	98,1 c
CV (%)	16,1

*Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Tabela 6 - Índice de diversidade de Shannon para diversidade funcional da comunidade microbiana do solo em diferentes sistemas de manejo em Argissolo Vermelho da Depressão Central –RS (PD= plantio direto, PC= preparo convencional e CN= campo nativo).

Sistema	Índice de Shannon
Rotação B/PD	7.83 a
Rotação B/PC	7.82 a
CN	7.80 a
Rotação A/PC	7.79 a
Pousio/PD	7.76 a
Rotação A/PD	7.70 a
Pousio/PC	7.68 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

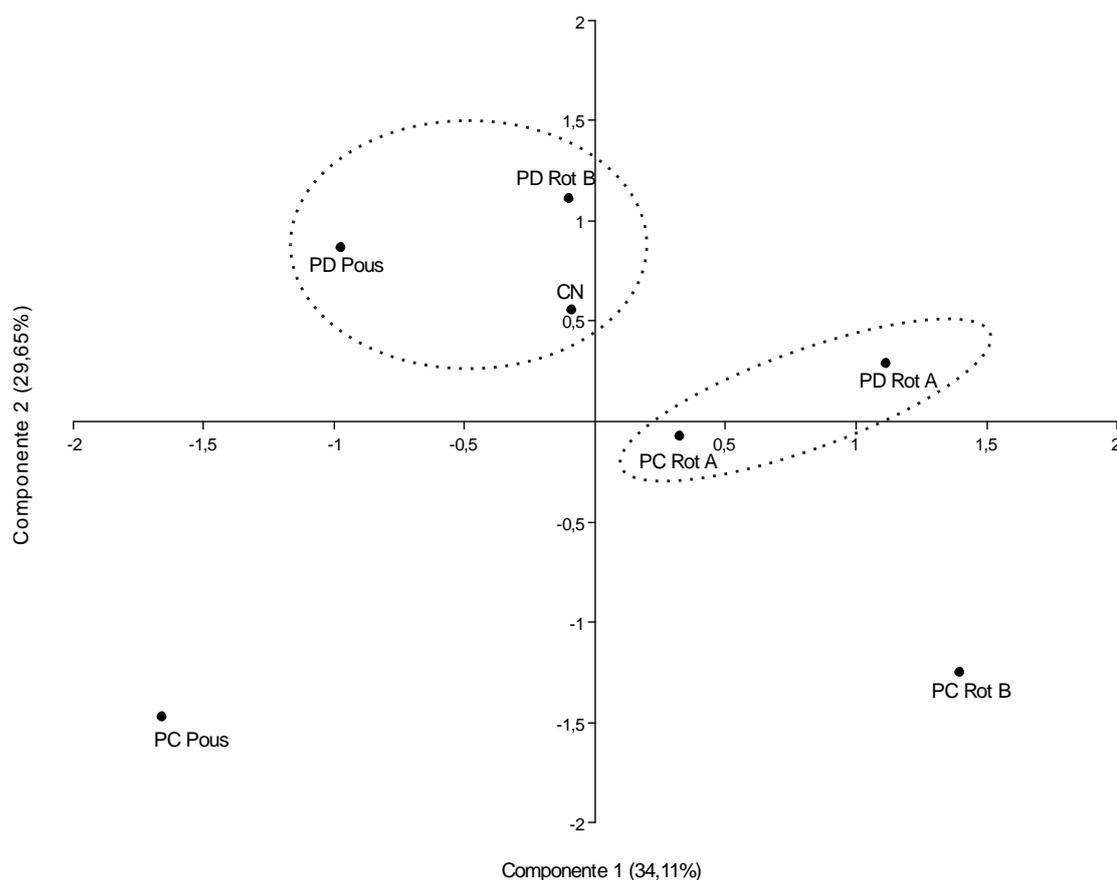


Figura 1 - Grupamentos relacionando manejos com o padrão de utilização de fontes de carbono em Argissolo Vermelho da Depressão Central-RS (PD = plantio direto, PC = preparo convencional, CN = campo nativo, Rot A = rotação A e Rot B = rotação B).

Caracterização morfológica de uma população nucelar da tangerineira 'Montenegrina'¹

Juliana Ribeiro Bressan², Divanilde Guerra², Roberto Luis Weiler², Fernanda Bered³,

Willian Heintze², Mateus Pereira Gonzatto², Sergio Francisco Schwarz²

Resumo: A tangerineira 'Montenegrina' é uma das cultivares mais importantes no Estado do Rio Grande do Sul. Visando à seleção de variedades com características distintas, uma população nucelar obtida através da autopolinização da tangerineira 'Montenegrina' foi avaliada quanto às características de plantas, folhas e frutos. Embora de origem nucelar, a população avaliada apresentou ampla variação e diferenças significativas foram observadas entre algumas plantas nucleares e a cultivar 'Montenegrina' em formato de planta, de folhas, no diâmetro, altura, massa e número de sementes em frutos; porém, quanto à maturação, estes seguiram o padrão da cultivar 'Montenegrina', ou seja, da segunda quinzena de agosto a outubro, com índice de maturação de 8 a 16 e percentagem de suco superior a 40 %. Embora diferenças morfológicas em plantas, folhas e frutos tenham sido observadas, estas não ocorreram na maturação dos frutos, não permitindo a identificação de plantas com maturação em épocas distintas da 'Montenegrina' e que pudessem ser avaliadas como novas cultivares.

Palavras-chave: *Citrus*. Melhoramento. Morfologia. Folhas. Frutos.

Morphological characterization of a nucellar population from 'Montenegrina' mandarin

Abstract: The tangerine cultivar 'Montenegrina' is one of the most important citrus cultivars in state of Rio Grande do Sul, the southernmost state in Brazil. Large morphological variation in citrus species motivated the evaluation of a nucellar population obtained from autopollinated 'Montenegrina' mandarins. Plant morphology, leaf and fruit characteristics were described. Albeit coming from nucellar tissue, the evaluated population presented high dissimilarities in tree format, leaf and fruit external appearance. However, with relation to ripening period the fruits of the nucellar population had similar behavior to that of the standard cultivar 'Montenegrina', i. e., ripening from the second half of August until October with a ripening index in between 8 and 16. Juice percentage was about 40 %. Consequently it was not possible to distinguish plants, which could eventually be regarded as a new cultivar, from that nucellar population with ripening pattern different from that of the standard cultivar 'Montenegrina'.

Key words: *Citrus*. Breeding. Morphology. Leaf. Fruit.

¹ Manuscrito submetido em 23/10/12 e aceito para publicação em 21/02/2013.

² Departamento de Horticultura e Silvicultura e Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 7712, CEP 91501-970 - Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Bolsista CNPq, Autor para correspondência: *E-mail: schwarz@ufrgs.br*.

³ Departamento de Genética e Programa de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970 - Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Introdução

O Brasil é o maior produtor de frutas cítricas do mundo, responsável por aproximadamente 19% da produção mundial (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 2012), com a produção subdividindo-se em laranjas (90%), tangerinas (6%) e limões (2%) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2013). O Estado do Rio Grande do Sul se destaca como o terceiro maior produtor de tangerinas, onde a 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) é a principal variedade, ocupando aproximadamente 30% da área plantada (SOUZA et al., 2010). A maior constituição dos pomares com essa variedade está associada ao fato de apresentar boas características para consumo *in natura*, boa adaptação climática e maturação tardia, ou seja, de agosto a outubro, o que permite sua comercialização em épocas diferenciadas do pico de produção das cultivares Caí (*C. deliciosa* Tenore) e Poncã (*C. reticulata* Blanco) (SARTORI et al., 1998; RODRIGUES e DORNELLES, 1999). Devido à grande importância e aceitação da tangerina 'Montenegrina' pelo mercado consumidor, esta vem sendo utilizada em cruzamentos, autofecundações e seleções de mutações objetivando identificar novos genótipos que possam ser utilizados em programas de melhoramento, ou mesmo como novas variedades comerciais.

As plantas cítricas apresentam alta frequência de mutações, gerando variações genéticas, o que permite que novos biótipos morfológicamente distintos sejam obtidos (BRETÓ et al., 2001; MACHADO et al., 2005). Nesse contexto, análises de características morfológicas podem auxiliar na identificação de materiais promissores para cruzamentos. Uma população de tangerineira 'Montenegrina' proveniente de polinização dirigida foi identificada previamente com marcadores moleculares do tipo microssatélites quanto a sua origem nucelar, porém como apresentavam características morfológicas diferenciadas, foram avaliadas, pois podem vir a ser aproveitadas em programas de melhoramento genético de citros. Os objetivos do trabalho foram: a) caracterizar as plantas morfológicamente; b) avaliar os frutos físico-quimicamente; c) comparar os resultados obtidos na avaliação da população nucelar com os obtidos com 'Montenegrina'.

Material e Métodos

As plantas utilizadas neste trabalho fazem parte da coleção de germoplasma de citros da Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS), localizada no Município de Eldorado do Sul, RS, Brasil, a 30°39' de latitude e 51°06' de longitude. Em 1993, efetuou-se a autopolinização da tangerineira 'Montenegrina', obtendo-se nove frutos. Em 1994, os frutos foram colhidos e extraíram-se um total de 28 sementes, cujos embriões foram estabelecidos em meio de cultura, mantidos em ambiente controlado, com temperatura em torno de 25°C e fotoperíodo de 16 horas, gerando um total de 118 plântulas que foram transplantadas para vasos e mantidas em casa de vegetação. Dessas, 82 atingiram o tamanho necessário para, em 1995, serem levadas a campo.

As plantas foram plantadas em duas linhas que, para fins de identificação a campo, foram denominadas de filas A e B, contendo 41 plantas cada. Quando da execução deste trabalho ainda se encontravam disponíveis (vivas) 67 plantas, sendo que apenas quatro foram caracterizadas como de origem zigótica através de marcadores moleculares do tipo microssatélites. Neste estudo, as plantas de origem zigóticas não foram avaliadas, enquanto que as 63 plantas caracterizadas como nucleares foram avaliadas; além dessas, foram coletadas amostras em *bulk* de três plantas de tangerineira 'Montenegrina', de mesma idade das plantas da população a ser avaliada, originadas de semente e caracterizadas molecularmente como nucleares, cultivadas em área contígua à população em avaliação, para a caracterização morfológica e comparação com a população nucelar.

Para a avaliação morfológica das plantas foram analisadas características que se mostraram promissoras em estudos anteriores com tangerineira 'Montenegrina' (WEILER et al. 2011; BRUGNARA, WEILER e SCHWARZ, 2012). As características altura e diâmetro da copa, forma e hábito de crescimento das plantas foram avaliadas a campo, enquanto as demais avaliações foram realizadas em laboratório através da análise de cinco folhas por planta, coletadas em posição intermediária em ramos de 20 a 30 cm de comprimento. Foram avaliados forma e hábito de crescimento das plantas, cor das folhas, forma do limbo e forma da margem segundo os descritores propostos pelo International Board for Plant Genetic Resources

(IBPGR, 1988). Além de altura e diâmetro da copa, área foliar (cm²), comprimento do limbo (mm), largura do limbo (mm) e relação entre largura e comprimento do limbo (mm).

A caracterização dos frutos ocorreu a partir do início da produção no ano de 2003 até a safra de 2007. Foram coletadas amostras aleatórias de três a dez frutos por planta, conforme sua disponibilidade, a cada 14 dias. Com auxílio de um paquímetro, foram medidos o diâmetro e a altura dos frutos e com auxílio de balança de precisão foi mensurada a massa destes. Além disso, procedeu-se a contagem do número total de sementes por fruto. Para as avaliações físico-químicas dos frutos, em 2003, iniciaram-se as coletas quando os frutos apresentavam-se próximos ao ponto de maturação. Nos demais anos foram considerados também os dados de acidez e teor de sólidos solúveis do suco obtidos nas análises laboratoriais do(s) ano(s) anterior(es). As amostras foram acondicionadas em câmara fria a 4 °C e analisadas até 10 dias após a colheita.

Foram determinados o rendimento de suco dos frutos (% suco), a acidez total titulável (ATT), o teor de sólidos solúveis totais do suco (SST) e o índice de maturação (IM). A relação entre massa de suco extraído da amostra e massa total da amostra determinou o rendimento de suco.

A ATT foi determinada por titulação de uma amostra de suco, de cerca de 6 g e diluída em 50 ml de água destilada, com NaOH em concentração 0,1 N. A mesma foi calculada pela equação $ATT = (V \times N \times 0,064 \times 100) / G$, onde V é o volume de NaOH consumido, N é a normalidade do NaOH, 0,064 é o fator para expressar a acidez em ácido cítrico, em meq, e G é a massa de suco. O SST foi medido por refratometria. O IM foi calculado pela relação SST/ATT. A época de maturação (comercial) foi definida pelos limites de IM 8 e 16 e simultaneamente, pelo rendimento de suco superior a 40 %. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (1 e 5%).

Resultados e Discussão

A cultivar 'Montenegrina' foi caracterizada por apresentar forma da copa do tipo esferóide. Esse formato de copa foi predominante na população nucelar, porém a planta B11 mostrou forma achatada e as plantas B15, B27 e B30, forma elipsóide (Tabela 1). Para o hábito de

crescimento, a tangerineira 'Montenegrina' mostrou hábito aberto e este foi observado em quase todos os genótipos da população nucelar, com exceção da planta B27 que mostrou hábito de crescimento vertical (Tabela 1). Na análise da forma da copa e hábito de crescimento pode-se observar que ocorreram variações morfológicas entre os genótipos da população, sendo que a planta B27 apresentou-se distinta da 'Montenegrina' nas duas características avaliadas.

Ampla variação foi observada na altura e diâmetro da copa das plantas nucleares, sendo de 2,3 a 3,9 metros na altura e de 1,6 a 5,1 metros em diâmetro. Essa variação pode estar associada a fatores genéticos, bem como a fatores ambientais e de fertilidade do solo; embora o manejo adotado fosse o mesmo, as plantas podem estar localizadas em áreas com distinta fertilidade do solo, promovendo as diferenças observadas. Outra hipótese para as variações observadas pode estar associada à presença de plasticidade fenotípica, ou seja, a produção de múltiplos fenótipos a partir de um único genótipo, dependendo das condições ambientais (MINER et al., 2005). Ainda conforme Oliveira et al. (2002), a caracterização morfológica é uma análise simples e de menor custo, embora apresente limitações relacionadas aos caracteres que apresentam herança quantitativa, os quais são altamente influenciados pelo ambiente.

De acordo com IBPGR (1988), a caracterização morfológica consiste na adoção de descritores botânicos herdáveis facilmente visíveis e mensuráveis, que a princípio são expressos em todos os ambientes. Através da utilização desses descritores, foi possível caracterizar a população em estudo, sendo que todas as plantas avaliadas possuíam folhas simples, de formato lanceolado e com margens crenadas. A cor predominante foi o verde, mas também se observaram plantas cujas folhas apresentaram cor verde claro e verde escuro (Tabela 1). Na análise das folhas da população, a área acumulada de cinco folhas variou de 38 a 115 cm², enquanto que a cultivar 'Montenegrina' apresentou valor intermediário com 86,2 cm² (Tabela 1).

O comprimento médio do limbo foliar variou de 5,4 a 9,9 cm, enquanto a tangerineira 'Montenegrina' apresentou valor de 8,3 cm, com diferença estatística significativa entre esta e nove plantas nucleares, sendo que as plantas A14, A16, A34, A41, B12, B20 e B24 apresentaram folhas com comprimento médio do limbo foliar

inferior ao da ‘Montenegrina’ ao passo que as plantas A09 e A28 apresentaram folhas com comprimento médio do limbo foliar superior (Tabela 1). A largura média do limbo foliar variou de 2,2 a 3,8 cm na população, enquanto que a tangerineira ‘Montenegrina’ apresentou valor de 3,2 cm, o que permitiu que nove plantas da população nucelar fossem estatisticamente diferentes desta, sendo que as plantas A01, A05, A16, A34, A39, B04, B12 e B24 apresentaram largura média do limbo foliar inferior à ‘Montenegrina’, enquanto a planta A18 apresentou valor superior (Tabela 1). A relação entre largura e comprimento de limbo variou de 0,3 a 0,5, onde as plantas A41 e B07 foram estatisticamente superiores à ‘Montenegrina’ que apresentou valor de 0,4 (Tabela 1).

Em citros, marcadores morfológicos como largura da asa do pecíolo da folha, ápice foliar e margens da folha são características que apresentam facilidade e rapidez na avaliação e diferenciação entre híbridos e plantas nucleares (BALLVÉ, MEDINA-FILHO e BORDIGNON, 1997). Porém, dependendo das espécies em estudo, os marcadores morfológicos podem ser escassos, mas apesar da limitação no número destes, bons resultados foram obtidos por Koehler-Santos, Dornelles e Freitas (2003) na distinção de 34 variedades de tangerineiras através da avaliação de folhas e por Weiler et al. (2011) em uma progênie obtida pelo cruzamento de tangerineira ‘Clementina Fina’ e ‘Montenegrina’. Neste estudo, na caracterização morfológica, diferenças significativas foram observadas entre plantas nucleares na comparação com ‘Montenegrina’, o que permitiu levantar a hipótese de que possa existir variabilidade nos frutos e que estes possam apresentar características promissoras para o programa de melhoramento; para tanto, estes foram avaliados.

Na avaliação dos frutos, nos anos de 2003 a 2007, para a característica diâmetro médio (mm) foram observadas diferenças estatísticas significativas nos anos de 2003, 2004 e 2006 entre ‘Montenegrina’ que apresentou tamanho variando de 54,3 a 58,5 mm e as plantas da população nucelar A04, A08, A09, A12, A13, A22, A23, A26, A27, A31, A36, B01, B05, B17, B18, B20, B26 e B31 que apresentaram valores superiores com variação de 61,6 a 68,1 mm (Tabela 2). Já a planta B03 diferiu por apresentar frutos menores ao de ‘Montenegrina’ com 49,9 cm (Tabela 2). Nos anos de 2003, 2004, 2006 e 2007, a característica altura média (mm) dos

frutos apresentou diferença estatística entre ‘Montenegrina’, que mostrou alturas variando de 43,3 a 49,6 mm, e as plantas A01, A04, A05, A09, A12, A13, A22, A23, A26, A27, A31, A36, B04, B05, B06, B15, B17, B18, B20, B26, B31 e B39 da população nucelar, que apresentaram valores superiores, com variação de 50,7 a 61,3 mm (Tabela 2). Já a planta B03 diferiu por apresentar frutos de menor altura que os da ‘Montenegrina’, com 40,4 mm (Tabela 2). Para a massa média (g) dos frutos, diferenças significativas foram observadas em 2003 entre ‘Montenegrina’, que apresentou frutos com 94,3 g, e a planta B03, que apresentou frutos menores com 60 g (Tabela 2), enquanto que em 2004 as diferenças foram entre ‘Montenegrina’ (85,8 g) e as plantas A12 (129,8 g) e B11 (123,5 g) que apresentaram frutos com maior massa (Tabela 2); e em 2006 as diferenças foram entre ‘Montenegrina’ (70,8 g) e as plantas A04, A05, A08, A09, A13, A22, A23, A26, A27, A31, A36, B01, B04, B17, B18, B20, B26, B31 que apresentaram frutos maiores com variação de 100,6 a 140,3 g (Tabela 2).

No ano de 2006, o número médio de sementes variou significativamente entre ‘Montenegrina’ (11,1 sementes/fruto) e as plantas A04, A05, A13, A26, A31, A37, B06, B12, B20, B29 e B31, as quais apresentaram número médio de sementes inferior ao produzido pela tangerineira ‘Montenegrina’, com valores variando de 4,5 a 6,5 sementes/fruto (Tabela 2). A presença de menor número de sementes em algumas das plantas avaliadas é um fato muito importante para a seleção de novas variedades, visto que a produção de frutos sem sementes é um dos grandes diferenciais no mercado de consumo *in natura* (MACHADO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2011). Segundo Brugnara, Weiler e Schwarz (2012), em geral, espera-se que frutos com menor número de sementes apresentem menor tamanho; porém, essa relação não foi observada no presente trabalho, pois os frutos que produziram menor número de sementes apresentam elevados valores de massa, diâmetro e altura. Segundo Agusti (2000), além dos fatores hormonais, vários outros fatores, como os genéticos, têm influência sobre o tamanho final dos frutos.

A presença de outros fatores influenciando o número de sementes e/ou o tamanho do fruto concordaria com os resultados deste trabalho, pois a planta B03 destacou-se por ser a única que, no ano de 2003, apresentou frutos com altura, diâmetro e massa inferiores aos de ‘Montenegrina’, no entanto, a característica

número médio de sementes por fruto não variou significativamente. Concordando também com Stuchi, Sempionato e Silva (1996) e Soares Filho et al. (2000), os quais inferiram que variações na morfologia do fruto, número total de sementes e percentagem de sementes viáveis em citros estão associadas a fatores genéticos e ambientais.

As análises qualitativas dos frutos geraram dados que foram utilizados para determinar a época de maturação de cada uma das plantas da população. Porém, algumas plantas não frutificaram e/ou os frutos produzidos não foram suficientes para a avaliação. O início da coleta de frutos ocorreu na primeira quinzena de julho, quando os frutos apresentavam IM inferior a 8. Considerando-se os limites desejáveis de IM (entre 8 e 16) e o rendimento de suco superior a 40 %, observou-se que a maior parte das plantas da população concentrou a época ideal de colheita de frutos da segunda quinzena de julho até a primeira quinzena de setembro, sendo o fim da colheita determinado pela ausência de frutos e não por estes se apresentarem sobre-maduros, à exceção das plantas A05 e A22 que ultrapassaram os padrões ideais de maturação na segunda quinzena de setembro (Figura 1). Esses dados concordam com os obtidos por SARTORI et al. (1998) que identificaram a época ideal de colheita dos frutos da tangerineira 'Montenegrina' entre agosto e outubro. Portanto, a época de maturação das plantas da população nucelar se aproximou ao da 'Montenegrina', não permitindo a identificação de plantas com maturação em épocas distintas e que pudessem ser avaliadas como uma nova cultivar.

Conclusões

As plantas da população nucelar apresentaram grande variabilidade morfológica nas características de plantas, folhas e frutos; porém, não apresentaram variação quanto ao período de maturação em comparação com a tangerineira 'Montenegrina'.

Referências

AGUSTI, M. **Citricultura**. Espanha: Grupo Mundi-Prensa, 2000. 416 p.

BALLVÉ, R. M. L.; MEDINA-FILHO, H. P.; BORDIGNON, R. Identification of reciprocal hybrids in citrus by the broadness of leaf petiole wing. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 4, p. 697-702, 1997.

BRETÓ, M. P. et al. The diversification of *Citrus clementina* Hort. ex Tan., a vegetatively propagated crop species. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, Orlando, v. 21, n. 2, p. 285-293, 2001.

BRUGNARA, E. C.; WEILER, R. L.; SCHWARZ, S. F. Avaliação morfológica e agrônômica de híbridos de tangerineiras Montenegrina e King. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 33, n. 1, p. 11-18, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Faostat agriculture data, agricultural production, crops primary. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em 12 set. de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 jan. de 2013.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES - IBPGR. **Descriptors for Citrus**. Rome, 1988. 27 p.

KOEHLER-SANTOS, P.; DORNELLES, A. L. C.; FREITAS, L. B. Characterization of mandarin citrus germplasm from Southern Brazil by morphological and molecular analyses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 7, p. 797-806, 2003.

MACHADO, M. A. et al. Genética, melhoramento e biotecnologia de citros In: MATTOS JUNIOR et al. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC; Fundag, 2005. p. 221-277.

MINER, B. G. et al. Ecological consequences of phenotypic plasticity. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 20, n. 12, p. 685-692, 2005.

OLIVEIRA, A. C. et al. Identification of citrus hybrids through the combination of an leaf apex morphology and SSR markers. **Euphytica**, Wageningen, v. 128, n. 3, p. 397-403, 2002.

OLIVEIRA, R. P. de et al. Produção de citros sem sementes. In: OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B. (Eds.). **Cultivo de citros**

- sem sementes.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. p. 23-28.
- RODRIGUES, L. R.; DORNELLES, A. L. C. Origem e caracterização horticultural da tangerineira ‘Montenegrina’. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 20, n. 1, p. 167-185, 1999.
- SARTORI, I. A. et al. Épocas de maturação de tangerinas na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 2, p. 313-322, 1998.
- SOARES FILHO, W. S. et al. Poliembrionia e frequência de híbridos em *Citrus* ssp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 857-864, 2000.
- SOUZA, P. V. D. et al. A citricultura no Rio Grande do Sul. In: **Indicações técnicas para a citricultura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2010. 126 p.
- STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R.; SILVA, J. A. A. Influência dos porta-enxertos na qualidade dos frutos cítricos. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 1, n. 17, p. 159-178, 1996.
- WEILER, R. L. et al. Caracterização morfológica, determinação do nível de ploidia e viabilidade do pólen de uma progênie de tangerineira ‘Clementina Fina’ e ‘Montenegrina’. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 502-511, 2011.

Tabela 1 - Forma, hábito de crescimento, cor de folha, área acumulada de cinco folhas, comprimento médio e largura média de limbo e relação entre largura e comprimento de limbo (L/C) de uma população nucelar obtida por sementes da tangerineira ‘Montenegrina’. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2007.

Genótipo	Forma copa	Hábito crescimento	Cor	Área Acumulada (cm ²) ^z	Comprimento Limbo (cm) ^y	Largura limbo (cm) ^y	L/C ^y
A01	Esferóide	Aberto	V	38,61	5,67	2,38**	0,42
A02	Esferóide	Aberto	VE	76,13	8,28	2,91	0,33
A03	Esferóide	Aberto	V	86,49	9,27	3,10	0,33
A04	Esferóide	Aberto	V	89,67	9,22	3,18	0,35
A05	Esferóide	Aberto	V	48,89	7,02	2,37**	0,34
A06	Esferóide	Aberto	VE	103,37	9,38	3,67	0,39
A08	Esferóide	Aberto	V	84,30	8,39	3,25	0,38
A09	Esferóide	Aberto	VE	113,21	9,91*	3,73	0,38
A11	Esferóide	Aberto	V	70,12	7,94	2,89	0,37
A12	Esferóide	Aberto	V	62,43	7,60	2,71	0,36
A13	Esferóide	Aberto	V	109,00	9,64	3,68	0,38
A14	Esferóide	Aberto	VC	57,82	6,57**	2,83	0,43
A16	Esferóide	Aberto	VC	39,34	5,43**	2,17**	0,40
A18	Esferóide	Aberto	V	102,20	8,93	3,83*	0,43
A21	Esferóide	Aberto	V	63,70	6,99	3,06	0,44
A22	Esferóide	Aberto	V	68,90	8,65	2,84	0,33
A23	Esferóide	Aberto	V	71,32	7,87	2,72	0,35
A24	Esferóide	Aberto	V	77,90	8,32	3,02	0,36
A25	Esferóide	Aberto	V	56,60	6,87	2,89	0,42
A26	Esferóide	Aberto	V	66,09	7,28	2,85	0,39
A27	Esferóide	Aberto	V	58,52	7,43	2,65	0,36
A28	Esferóide	Aberto	V	107,24	9,89*	3,47	0,35
A29	Esferóide	Aberto	VC	89,85	9,12	3,27	0,36
A30	Esferóide	Aberto	V	98,82	8,84	3,47	0,39
A31	Esferóide	Aberto	VC	71,40	7,77	2,98	0,38
A33	Esferóide	Aberto	V	68,12	7,95	2,79	0,35
A34	Esferóide	Aberto	V	49,35	6,72*	2,45**	0,37
A35	Esferóide	Aberto	V	92,77	9,01	3,31	0,37
A36	Esferóide	Aberto	V	115,03	9,71	3,61	0,38
A37	Esferóide	Aberto	V	81,15	8,71	3,03	0,35
A39	Esferóide	Aberto	V	52,08	7,42	2,47**	0,33
A40	Esferóide	Aberto	V	93,03	9,15	3,36	0,37
A41	Esferóide	Aberto	VC	63,41	6,32**	3,00	0,48*
B01	Esferóide	Aberto	V	69,01	7,51	2,88	0,39
B04	Esferóide	Aberto	V	46,26	6,78	2,38**	0,35
B05	Esferóide	Aberto	V	61,45	7,60	2,69	0,35

Folha: VE = verde escuro, V = verde, VC = verde claro; ^z Dados não analisados; ^y Dados submetidos à ANOVA; *Diferença em relação à ‘Montenegrina’ significativa na coluna (Tukey 5%); ** Diferença em relação à ‘Montenegrina’ significativa na coluna (Tukey 1%)

Continua...

Tabela 1 - Forma, hábito de crescimento, cor de folha, área acumulada de cinco folhas, comprimento médio e largura média de limbo e relação entre largura e comprimento de limbo (L/C) de uma população nucelar obtida por sementes da tangerineira 'Montenegrina'. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2007.

Genótipo	Forma copa	Hábito crescimento	Cor	Área Acumulada (cm ²) ^z	Comprimento Limbo (cm) ^y	Largura limbo (cm) ^y	L/C ^y
B06	Esferóide	Aberto	VE	101,59	9,50	3,47	0,37
B07	Esferóide	Aberto	V	71,05	6,58	3,55	0,54**
B11	Achatada	Aberto	VC	63,23	7,64	2,84	0,37
B12	Esferóide	Aberto	V	49,45	6,33**	2,54*	0,40
B15	Elipsóide	Aberto	V	81,02	7,60	3,42	0,45
B16	Esferóide	Aberto	VE	106,45	9,52	3,61	0,38
B17	Esferóide	Aberto	VC	98,98	9,24	3,52	0,38
B18	Esferóide	Aberto	V	79,03	8,28	3,02	0,37
B19	Esferóide	Aberto	V	101,69	9,73	3,47	0,36
B20	Esferóide	Aberto	VC	49,79	6,68*	2,61	0,39
B22	Esferóide	Aberto	V	93,31	9,14	3,32	0,36
B24	Esferóide	Aberto	V	42,38	6,19**	2,48**	0,40
B26	Esferóide	Aberto	VE	79,54	8,16	3,06	0,38
B27	Elipsóide	Vertical	V	58,79	7,38	2,84	0,38
B29	Esferóide	Aberto	VC	87,28	9,06	3,11	0,34
B30	Elipsóide	Aberto	VE	74,19	8,28	3,03	0,37
B31	Esferóide	Aberto	V	84,67	8,59	3,18	0,37
B32	Esferóide	Aberto	V	69,52	7,87	2,96	0,38
B34	Esferóide	Aberto	VE	87,30	8,36	3,38	0,40
B35	Esferóide	Aberto	VE	77,88	7,83	3,19	0,41
B36	Esferóide	Aberto	V	91,91	8,91	3,29	0,37
B37	Esferóide	Aberto	V	95,96	9,09	3,42	0,38
B38	Esferóide	Aberto	V	90,09	8,41	3,32	0,40
B39	Esferóide	Aberto	VC	68,67	8,06	2,79	0,35
B40	Esferóide	Aberto	VC	77,27	8,02	3,06	0,38
B41	Esferóide	Aberto	V	73,91	8,15	2,92	0,36
Montenegrina	Esferóide	Aberto	VE	86,22	8,26	3,16	0,38
CV	--	--	--	--	7,06	7,55	9,20

*Folha: VE = verde escuro, V = verde, VC = verde claro; ^z Dados não analisados; ^y Dados submetidos à ANOVA; *Diferença em relação à 'Montenegrina' significativa na coluna (Tukey 5%); ** Diferença em relação à 'Montenegrina' significativa na coluna (Tukey 1%).

Tabela 2 - Diâmetro médio (mm), altura média (mm), massa média (g) e número médio de sementes por fruto de uma população nucelar obtida por sementes da tangerineira ‘Montenegrina’ em cinco anos de avaliação. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2007.

Genótipos	Diâmetro médio (mm)					Altura média (mm)					Massa média (g)					Número médio sementes				
	03*	04	05	06	07	03	04	05	06	07	03	04	05	06	07	03	04	05	06	07
A01	58,0			59,2	60,6	47,8			53,6**	59,2*	86,8			96,1	101,0	9,6			8,2	8,5
A02	59,9	59,2	56,3		54,7	53,6	46,5	47,6		44,5	96,6	93,7	81,1		75,5	6,2	9,0	6,1		8,0
A03	60,2	58,6	59,6	55,2	56,9	51,2	46,9	49,7	44,4	47,4	96,8	98,2	96,4	75,0	82,7	10,0	10,8	7,9	7,0	4,0
A04	59,7	59,7	53,7	62,9**	55,0	49,3	48,6	47,6	54,1**	46,6	95,9	96,0	78,1	115,8**	75,3	8,6	8,7	1,4	4,5**	4,5
A05	60,0	58,9	58,5	60,5		49,5	48,2	49,4	50,7*		96,6	93,4	91,8	100,6*		6,5	9,3	7,0	5,3**	
A06					55,4					48,1										3,1
A08		62,2	54,1	61,9**	59,1		49,4	44,3	49,8	55,7		107,1	71,3	101,4*	93,7		8,7	4,0	7,0	2,3
A09	60,1	60,5	63,1	62,4**	61,1	52,0	46,8	53,4	51,5**	52,0	101,1	99,7	114,5	106,2**	101,8	10,6	7,3	9,2	8,9	4,8
A11	58,6	63,7				48,3	50,7				90,3	114,5				7,8	10,0			
A12		68,1**			50,1		52,4*			44,2		129,8**			62,0		12,0			0,5
A13		62,9	53,3	62,4**	49,3		50,1	45,3	53,8**	42,8		119,3	73,5	109,4**	62,5		11,0	6,0	5,6**	0,5
A14	62,1	53,9			56,7	49,5	40,8			46,6	106,4	66,4			85,5	13,0	8,6			2,0
A16		63,7	63,4	48,8	49,6		50,2	52,4	41,4	39,8		112,9	117,4	50,2	48,0		10,2	6,7	9,4	4,0
A17	56,4	63,7	54,1	50,8		45,8	50,0	48,2	42,5		85,0	113,2	75,1	59,4		9,6	11,5	7,5	7,6	
A18		57,1	55,6				45,9	50,4				87,5	78,6				9,0	7,2		
A22	60,9	57,4	55,5	63,3**	56,1	49,4	47,2	46,6	53,1**	47,8	103,3	88,8	76,6	104,2**	85,0	9,0	10,7	7,4	7,8	2,7
A23	59,5	58,4	59,2	68,1**	48,4	48,1	45,0	49,2	61,3**	44,5	96,2	94,6	92,7	140,3**	93,3	9,5	11,0	8,0	8,6	2,7
A26	57,0	57,0		61,8**	50,2	49,0	45,6		50,7**	40,8	84,5	84,8		105,8**	66,5	10,5	9,7		6,1**	1,5
A27				63,2**	59,2				54,1**	50,9				116,7**	97,0				6,9	2,0
A28		62,3			55,5		49,2			48,9		108,3			79,0		11,3			5,0
A29	57,9	58,5	55,5	57,1	49,9	47,5	46,6	45,6	45,6	41,7	91,1	91,0	78,0	78,2	61,5	8,8	9,0	8,1	8,6	5,0
A30	56,7	54,5				45,5	41,0				84,0	70,2				10,0	9,0			
A31	56,7	61,3	60,0	66,6**	57,0	49,0	48,3	48,2	55,3**	47,6	83,7	105,5	97,0	127,6**	89,0	10,0	10,9	8,1	6,3*	4,5
A33		57,9		54,4	52,7		45,1		44,5	44,7		83,7		68,2	69,5		13,3		9,1	3,0
A34		58,2	61,7	54,0	58,5		47,8	50,2	46,1	48,0		91,6	107,5	73,2	86,3		13,2	8,0	9,8	5,3
A35		60,4			47,8		48,7			39,3		94,0			49,3		10,1			2,5
A36	60,9	60,7	56,8	66,1**	56,3	49,8	48,5	41,1	54,8**	48,1	103,2	103,6	85,0	126,4**	83,3	11,0	12,3	1,7	7,9	5,3
A37	56,5	59,9		56,7	58,7	47,0	46,8		47,6	48,2	85,5	99,3		79,7	92,7	8,6	10,1		6,0**	4,0
A39					41,2					35,8					34,0					2,7
A40	59,0		53,6	56,5	51,7	47,7		52,5	46,9	43,5	90,6		116,1	77,9	65,5	13,5		3,7	8,9	9,0

*03= 2003; 04= 2004; 05= 2005; 06= 2006; 07= 2007; Mont. = ‘Montenegrina’; *Diferença em relação à ‘Montenegrina’ significativa na coluna (Tukey-Kramer 5%); ** Diferença em relação à ‘Montenegrina’ significativa na coluna (Tukey-Kramer 1%).

Continua...

Tabela 2 - Diâmetro médio (mm), altura média (mm), massa média (g) e número médio de sementes por fruto de uma população nucelar obtida por sementes da tangerineira ‘Montenegrina’ em cinco anos de avaliação. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2007.

Genótipos	Diâmetro médio (mm)					Altura média (mm)					Massa média (g)					Número médio sementes				
	03	04	05	06	07	03	04	05	06	07	03	04	05	06	07	03	04	05	06	07
A41	57,8	55,2	56,7	50,6		51,6	44,8	48,0	40,2		91,7	78,1	87,3	55,5		10,4	9,1	5,8	7,1	
B01				64,9**	60,1				48,6	49,0				117,6**	95,7				12,0	7,3
B03	49,9**					40,4**					60,0**					9,9				
B04	65,3	55,7	59,9	57,9	58,9	56,76*	41,9	50,1	48,5	50,1	122,1	79,2	94,9	88,4	89,3	13,6	9,5	7,6	14,4	4,5
B05	60,8	60,3	55,5	62,1**	51,9	51,7	47,1	46,2	53,2**	42,8	100,3	96,8	76,1	107,0**	65,5	10,7	5,8	7,1	7,9	4,5
B06	61,2	60,2	52,6	58,9	65,4	53,3	49,2	44,4	52,5**	49,9	103,5	96,6	68,9	98,7	100,0	8,2	11,2	7,7	5,6**	5,3
B09		56,3					43,4					77,3					9,8			
B11	60,6	65,3	53,9			49,2	51,1	44,5			101,0	123,5*	69,5			9,7	8,0	10,9		
B12	59,6	58,3		60,6	60,8	48,1	47,1		49,2	51,5	96,1	88,5		97,8	101,0	7,9	9,1		6,5*	3,8
B15	63,7	56,4	48,8	53,8	52,7	57,3**	46,0	41,0	43,4	52,3	114,8	82,0	56,3	68,1	67,3	9,2	11,8	8,6	10,1	9,3
B16			52,8	57,1				46,2	46,5				69,8	84,6				3,9	8,9	
B17			50,6	61,8**	47,1			42,9	55,1**	40,7			58,4	108,3**	63,3			7,3	6,8	0,7
B18	61,6	58,4	54,6	64,9**	56,0	57,6**	45,6	47,2	54,1**	48,2	109,8	89,5	77,2	111,3**	84,0	11,4	10,7	5,0	8,5	3,3
B20		59,7		62,3**	51,9		46,0		53,6**	45,3			92,5	107,6**	58,7				5,1**	1,3
B22		61,6	51,9	58,4	62,2		49,2	44,7	48,8	54,1		105,8	64,4	86,6	100,5		11,7	7,8	7,3	4,5
B26				63,3**	57,3				54,8**	51,5				110,2**	87,5				6,7	5,5
B27		58,3					49,0					93,6					9,3			
B29	56,6	59,3	55,5	58,9		47,5	46,4	47,6	48,7		87,3	95,2	79,7	88,2		8,7	10,9	7,4	5,1**	
B30	58,6	57,2	56,8	54,4		52,8	45,8	49,9	43,5		95,2	85,5	85,3	68,7		11,0	10,5	7,8	12,1	
B31	59,9	58,3	60,8	61,6*	53,5	46,9	46,7	49,7	55,6**	45,6	95,2	88,9	101,2	104,9**	73,0	12,3	10,8	6,4	6,2*	3,3
B32		59,0					46,2					92,2					10,1			
B35	56,9	57,2			57,8	48,7	46,5			51,0	85,5	85,6			92,7	13,7	12,3			5,7
B36					52,0					42,3					65,3					2,7
B37	53,2	56,3	58,0	60,7	55,3	43,7	45,9	46,2	49,2	44,5	69,9	81,4	87,0	100,4	88,8	8,4	12,5	7,4	7,3	3,0
B38	56,6		52,8		48,8	48,5		45,8		41,7	85,8		72,6		58,0	7,0		5,0		1,0
B39	53,7			60,4	49,7	46,7			51,6**	44,8	76,8			97,8	57,3	9,8			6,6	1,7
B41	56,9	59,0		60,5		47,2	47,8		50,1		84,2	94,8		94,8		12,3	13,5		7,2	
Mont.	58,5	57,2	57,9	54,3	54,5	49,6	46,0	46,1	43,3	45,6	94,3	85,8	86,3	70,8	75,3	9,9	10,3	8,3	11,1	5,4
CV	7,2	7,6	11,2	8,1	9,6	6,3	7,3	10,5	9,6	8,9	17,9	19,1	27,3	21,2	23,7	35,8	35,5	53,6	40,5	76,3

*03= 2003; 04= 2004; 05= 2005; 06= 2006; 07= 2007; Mont. = ‘Montenegrina’; *Diferença em relação à ‘Montenegrina’ significativa na coluna (Tukey-Kramer 5%); ** Diferença em relação à ‘Montenegrina’ significativa na coluna (Tukey-Kramer 1%).

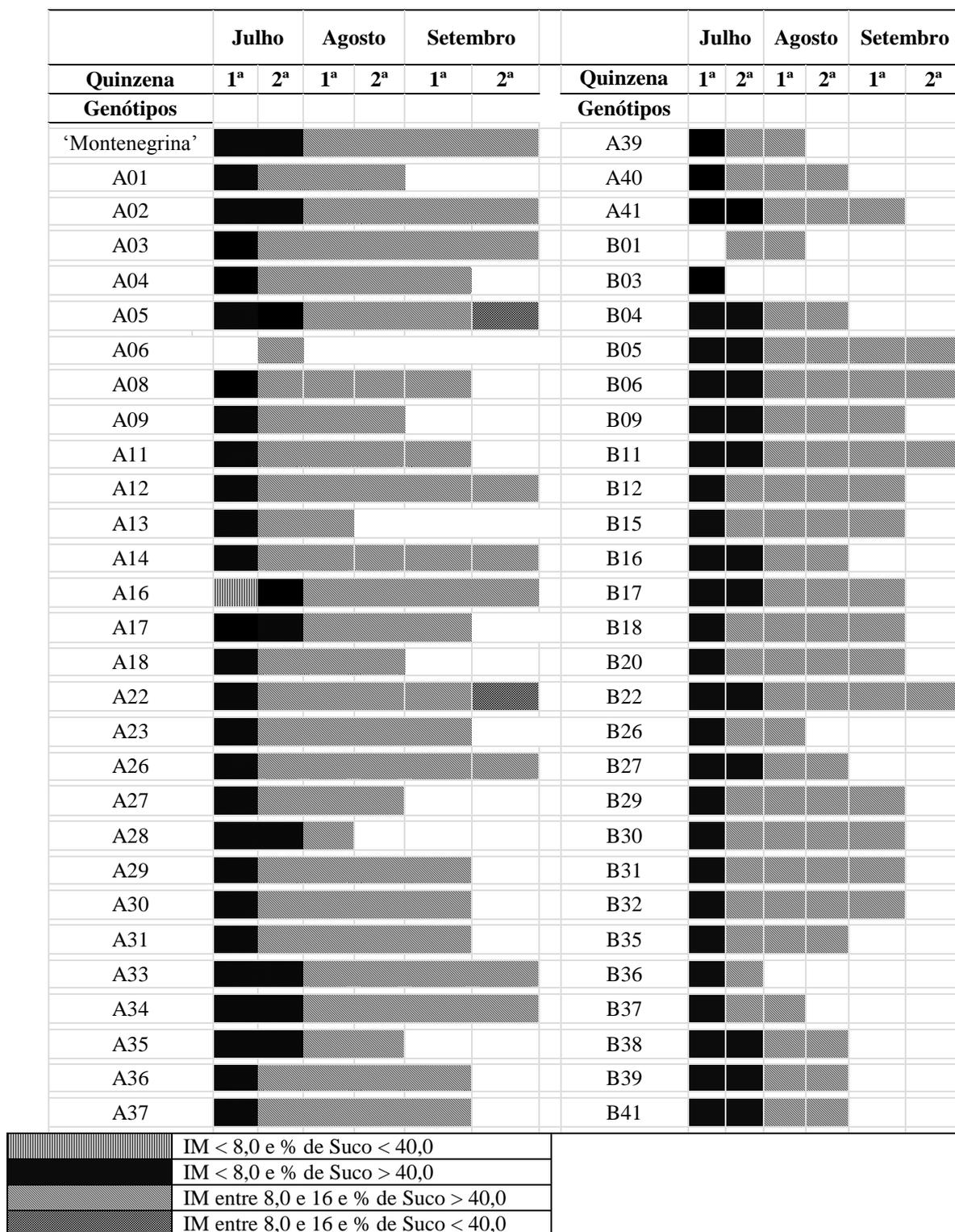


Figura 1 - Médias de cinco anos da curva de maturação de frutos das plantas de uma progênie nucelar obtida por sementes da tangerineira 'Montenegrina'. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2003 a 2007. IM= índice de maturação.

Adubação com compostos orgânicos e cobertura verde do solo em pomar de tangerineiras sob cultivo orgânico¹

Henrique Belmonte Petry², Otto Carlos Koller³, Carlos Alberto Bissani⁴ Emiliano Santarrosa⁵, Bruno Casamali⁶, Luís Carlos Laux⁷, Roberto Pedroso de Oliveira⁸, Sergio Francisco Schwarz⁹

Resumo - O objetivo foi avaliar a influência da adubação com composto orgânico e da cobertura verde do solo em um pomar adulto de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Ten.) ‘Montenegrina’ sob cultivo orgânico, localizado em Montenegro-RS, no período de 2007 a 2010. Os tratamentos constaram dos seguintes manejos de adubações: A – cobertura verde do solo com aveia-preta e ervilhaca (inverno) / feijão-miúdo (verão); B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; D - adubação em anos alternados, num ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e noutro com biofertilizante líquido. Avaliaram-se a produção de frutos nos anos de 2008 a 2010, a massa de frutos excedentes raleados (manual), parâmetros qualitativos dos frutos e o estado nutricional das plantas. O tratamento A foi superior aos demais tratamentos quanto à produtividade das plantas, aos teores de suco (Ts) e de sólidos solúveis totais (SST), sem afetar as demais características avaliadas. Os tratamentos não influenciaram o estado nutricional das plantas, porém verificou-se que todas as tangerineiras apresentaram teores foliares insuficientes de N, K, Zn e Mn. Concluiu-se que a adubação de cobertura verde aumenta a produtividade das tangerineiras ‘Montenegrina’ e melhora alguns atributos qualitativos dos frutos, como SST e Ts, sem alterar o nível nutricional das plantas. A aplicação continuada dos materiais orgânicos estudados tem efeito depressivo sobre a quantidade e a qualidade da produção das tangerineiras, devido a desequilíbrios promovidos em alguns atributos químicos do solo.

Palavras-chave: *Citrus deliciosa*. Qualidade dos frutos. Citricultura orgânica.

¹ Manuscrito submetido em 20/10/2012 e aceito para publicação em 08/04/2013. Trabalho realizado com apoio financeiro do CNPq, Capes, Fapergs e UFRGS.

² Engº Agrº, Mestre, doutorando do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsista CNPq. Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP: 91501-970, Porto Alegre – RS, Brasil. E-mail: hbpetry@gmail.com; Telefone: (51) 33086020;

³ Profº Aposentado do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da UFRGS. E-mail: ockoller@ufrgs.br; Telefone: (51) 33086020

⁴ Profº Adjunto do Departamento de Solos e do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo - UFRGS. E-mail: carlos.bissani@ufrgs.br; Telefone: (51) 33086020;

⁵ Engº Agrº, Mestre, doutorando do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Analista A de Transferência de Tecnologia da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111, Caixa Postal 319, CEP 83411-000 - Colombo, PR - Brasil. E-mail: emiliano@cnf.embrapa.br.

⁶ Engº Agrº, Estudante de Mestrado Acadêmico em Horticultural Sciences na University of Florida, EUA. E-mail: bcasamali@gmail.com;

⁷ Biólogo, produtor associado à Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Rio Caí – Ecocitrus. E-mail: ecocitrus@ecocitrus.com.br; Telefone: (51) 33086020;

⁸ Engº Agrº, Doutor, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2, Pesquisador A da Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392 km 78, Monte Bonito 96001-970 - Pelotas, RS – Brasil. e-mail: roberto.pedroso@embrapa.br;

⁹ Profº Adjunto do Departamento de Horticultura e Silvicultura e do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia - UFRGS, bolsista produtividade - CNPq. E-mail: schwarz@ufrgs.br (autor correspondente); Telefone: (51) 33086020.

Fertilization with organic compost and green groundcover in mandarin orchard under organic cultivation¹

Abstract - The objective was investigate the influence of fertilization with organic compost and green ground cover in an 'Montenegrina' mandarin (*Citrus deliciosa* Ten.) mature orchard, under organic cultivation, in Montenegro county, RS. The treatments consisted of the following fertilization management since 2007: A - green covering the soil with *Avena strigosa* and *Vicia sativa* (winter) / *Vigna unguiculata* (summer), B - biennial fertilization with 200 m³ ha⁻¹ of organic compost, C - annual fertilization with 100 m³ ha⁻¹ of organic compost D - fertilizer in alternate years, one year with 100 m³ ha⁻¹ and another with liquid biofertilizer. They were evaluated the fruit production in the years 2008 to 2010, the fruit mass manually thinned, fruit quality parameters and nutritional status of plants. Treatment A was superior to other treatments on the productivity of plants and some fruit quality variables, such as higher juice content (Jc) and soluble solids (SS), without affecting other properties. Treatments did not affect the plants nutritional status, but all the mandarin had insufficient foliar levels of N, K, Zn and Mn. Therefore the fertilization with green cover species increases the fruit yield of the 'Montenegrina' mandarins and improves some quality attributes of the fruit as SST and Ts, without changing the nutritional level of the plants. The continuous application of studied organic material has depressive effects on quantity and quality of mandarin production due to negative changes in the equilibrium among some soil chemical attributes.

Key words: *Citrus deliciosa*, fruit quality, organic citriculture.

Introdução

A citricultura é uma das principais atividades das propriedades rurais do Vale do Rio Caí, RS, destacando-se a produção de tangerinas 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Ten.) (PANZENHAGEN et al., 2008). A região também se destaca na produção ecológica de frutas *in natura* e seus derivados, como sucos, geleias e doces para o comércio local e de outros Estados e países (GRUPEX, 2005). Os pomares sob sistema orgânico estão regidos pela Lei nº 10.831 (BRASIL, 2003), incluindo todos aqueles em que se adotam técnicas específicas que tenham por objetivo principal a sustentabilidade ecológica e econômica. Segundo Gliessman (2001), o manejo sustentável de agroecossistemas requer o conhecimento de como fatores individuais afetam organismos cultivados e de como todos os fatores interagem para formar o complexo ambiental. Os manejos conservacionistas do solo são aqueles que têm por objetivo manter, controlar ou restaurar as propriedades afetadas pela degradação (RIENZI e MAGGI, 2007). A matéria orgânica do solo (MOS) é a principal fonte de energia para os microorganismos, de alguns nutrientes para as plantas, principalmente o N, e condiciona o solo dando estabilidade aos agregados, tendo assim, função vital na manutenção da fertilidade do solo. Segundo Gliessman (2001), aportes elevados de matéria orgânica são fundamentais para estimular a diversificação de espécies, sendo o insumo matéria orgânica um componente-chave da agricultura

orgânica para elevar o conteúdo de MOS em sistemas de agricultura orgânica. Em muitos sistemas de produção orgânica, este conceito é aplicado de maneira equivocada, quando se considera que para recuperar o solo e torná-lo mais produtivo são necessárias aplicações maciças de matéria orgânica. No entanto, é preciso considerar que, em princípio, nas adubações orgânicas não é necessário aplicar as doses de nutrientes que seriam requeridas em adubações químicas (KOLLER, 2005), porque a liberação geralmente, como no caso do N, é mais lenta e gradual, facilitando sua absorção pelas raízes; além disso, a disponibilização de nutrientes com adubações orgânicas é maior do que com adubações químicas, porque os adubos orgânicos ativam a microflora e fauna, melhorando as propriedades físicas e biológicas do solo. Entretanto, além da contribuição em nutrientes, é importante caracterizar os adubos e resíduos orgânicos quanto a outros componentes ou propriedades indesejáveis, como metais pesados e alcalinização, que possam limitar as doses aplicadas, de modo a evitar a poluição do sistema solo-água (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004).

A utilização de compostos orgânicos é uma das melhores formas para adicionar nutrientes em pomares orgânicos de citros. Estes normalmente contêm um amplo espectro de nutrientes e os libera de forma lenta, aumentando a eficiência de uso pelas culturas. Os compostos orgânicos também podem favorecer o aumento de microorganismos benéficos e húmus, além de melhorar a estrutura do solo (MORTON e PROEBST, 2003).

Dentre as plantas utilizadas como adubos verdes ou de cobertura, destacam-se as leguminosas, pela fixação de nitrogênio atmosférico; e as gramíneas, pela alta produção de biomassa e reciclagem de nutrientes, sendo estas utilizadas solteiras ou em consórcios. Estas plantas promovem o aporte e reciclagem de nutrientes, aumento do teor de MOS, refúgio de inimigos naturais das pragas, competição com plantas daninhas, entre outros atributos (BARNI et al., 2003), sendo uma importante ferramenta de manejo do solo em cultivos plurianuais.

Damatto Junior et al. (2005) verificaram em um experimento de adubação orgânica (esterco curtido), com doses variando de 0 a 200% do recomendado para a cultura do maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand), que a dose recomendada para a cultura (100%) aumentou a produção de frutos em número e em massa. Panzenhagen et al. (1999) verificaram que as adubações orgânicas (esterco de aves e bovino) associadas à aplicação de calcário dolomítico e adubações minerais com NPK aumentaram a produção total das tangerineiras 'Montenegrina' e de frutos de 1ª e 2ª classe em relação aos tratamentos testemunha (sem adubação) e de correção do pH do solo, porém, não verificaram diferenças significativas na produção entre as adubações com estrume de aves e estrume de bovinos., em seis safras avaliadas. Cruz et al. (1971) não verificaram diferenças no desenvolvimento de laranjeiras 'Natal' (*Citrus sinensis* Osb.), até a primeira safra, entre doses e fontes de adubos orgânicos aplicados na cova de plantio.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência do manejo da adubação com composto orgânico e cobertura verde do solo, em um pomar de tangerineiras 'Montenegrina' sob sistema de cultivo orgânico, no estado nutricional das plantas, produção e qualidade dos frutos.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em maio de 2007, em um pomar comercial de tangerineiras 'Montenegrina', localizado no município de Montenegro, na região do Vale do Rio Caí, no Rio Grande do Sul. Foram avaliadas plantas adultas (20 anos), enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., plantadas no espaçamento de 6 x 3 m e conduzidas sob sistema de cultivo orgânico. O solo do pomar foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico espessarênico (STRECK et al., 2008) e apresentava as características constantes na Tabela 1. Segundo a classificação de Köppen (1948), a região apresenta clima subtropical úmido de verão quente do tipo Cfa. Os meses mais quentes são

janeiro e fevereiro, com temperatura média próxima de 25 °C e os meses mais frios são junho e julho, com temperatura média de 9 °C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.440 mm e a umidade relativa média do ar de 77,3% (BERGAMASCHI et al., 2003). O manejo do pomar compreendeu: duas roçadas anuais (novembro e fevereiro) da vegetação espontânea sob a copa das tangerineiras e nas entrelinhas (exceto no tratamento de adubação verde); raleio do excesso de frutos fixados, nos meses de fevereiro e março, segundo metodologia de Rodrigues et al. (1998); aplicação de calda bordalesa (0,25 %) na plena floração e nos meses de novembro e janeiro e calda sulfocálcica (4%), no inverno. Até o início do experimento tinham sido realizadas três adubações com composto orgânico da Ecocitrus, na quantidade de 200 m³ ha⁻¹, sendo uma na implantação do pomar e outras duas a cada 5 anos; e outra com biofertilizante líquido produzido pela Ecocitrus, na quantidade de 100 m³ ha⁻¹, em 2006.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos dispostos em faixas, quatro repetições e três plantas úteis por parcela. Os tratamentos constaram do seguinte manejo da adubação na área experimental: A – Adubação verde: semeadura de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreber), 60 kg ha⁻¹, e ervilhaca (*Vicia sativa* L.), 30 kg ha⁻¹, no inverno, e feijão-miúdo [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], 60 kg ha⁻¹, no verão; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, num ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e noutro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante líquido da Ecocitrus.

Os tratamentos B, C e D foram realizados a partir de maio de 2007, sempre no referido mês. A distribuição a lanço, nas entrelinhas do pomar, do composto sólido foi realizada com um distribuidor de adubos orgânicos. Já a distribuição do biofertilizante ocorreu com a utilização de um distribuidor de adubo orgânico líquido lobular. A composição físico-química de ambos os compostos orgânicos está apresentada na Tabela 2. A semeadura das espécies de cobertura verde do solo do tratamento A foi realizada com distribuição manual em cobertura, em março/abril de cada ano para as espécies de inverno (aveia e ervilhaca) e em setembro/outubro para o feijão-miúdo, sendo que as sementes das leguminosas foram previamente inoculadas com o rizóbio correspondente à espécie, fornecido pelo Laboratório de Fixação Biológica de Nitrogênio – MIRCEN, da Fepagro-RS. Após a distribuição, as sementes foram levemente incorporadas ao solo pela passagem de

uma grade de discos destravada, ao longo das entrelinhas do pomar, antes da semeadura do cultivo intercalar seguinte.

Foi avaliada a produção de tangerinas (número e peso de frutos), nos anos de 2008 a 2010, e a massa de frutos excedentes, resultantes do raleio, nos anos de 2008 e 2010. Também foram coletadas amostras anuais de folhas, segundo as recomendações do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994), para avaliação da condição nutricional das tangerineiras submetidas aos tratamentos supracitados, com análise dos teores totais de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn e Fe, segundo metodologia descrita por Tedesco et. al. (1995).

A qualidade dos frutos foi determinada no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura da UFRGS, no período de 2008 a 2010, a partir de quatro amostras por tratamento, cada qual composta de 20 frutos, colhidos aleatoriamente de cada parcela, no mês de setembro de cada ano. Determinaram-se a massa média dos frutos (MMF), o diâmetro transversal e longitudinal e a coloração da casca das tangerinas. Após, foram separados 10 frutos por amostra para determinação do teor de suco (Ts), que foi calculado pela razão massa de suco/massa de frutos, expressa em valor percentual.

A partir do suco das tangerinas, foram determinados o teor de sólidos solúveis totais (SST), a acidez total titulável (ATT) e a relação SST/ATT. O teor de SST foi determinado por refratometria e expresso em °Brix. A ATT, expressa em percentual de equivalente em ácido cítrico, foi determinada pela titulação de 6 g de suco com solução 0,1 N de NaOH até pH 8,1 (AOAC, 1995). A acidez em percentual de ácido cítrico foi calculada pela equação: $ATT = [(ml \text{ de NaOH}) \times (\text{Normalidade do NaOH}) \times 0,064 \times 100] / (\text{massa de suco})$. A relação SST/ATT foi calculada pela divisão do valor de °Brix pelo valor de percentual de ácido cítrico.

A cor da casca (média de três medidas ao longo do eixo equatorial do fruto) foi determinada em 2009 e 2010, com o uso de um colorímetro (Konica/Minolta, CR400), obtendo-se as variáveis L, a e b. Estas variáveis foram utilizadas para calcular o índice de cor da casca (ICC) e a cromaticidade (C). O ICC foi calculado pela fórmula $(1000 \times a) / (L \times b)$ (JIMENEZ-CUESTA et al., 1981). O ICC, quando negativo, indica cores verdes e quando positivo, cores alaranjadas. O zero corresponde à cor amarela. O ICC varia entre -20 a +20. A cromaticidade reflete a pureza da cor em relação ao cinza e quanto maior seu valor mais pura é a cor. O cálculo foi realizado pela equação $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$ (JIFON e SYVERTSEN, 2001).

Anualmente, no outono de cada ano, foi feita a amostragem do solo e a análise de atributos relacionados à sua fertilidade, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Para a análise estatística, foi utilizado o programa Assistat 7.5 beta. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Verificou-se que, quanto à massa da produção acumulada de frutos ao longo das safras de 2008 a 2010, o tratamento com adubação verde (A) apresentou rendimento superior aos tratamentos (B) adubação bienal de 200 m³ ha⁻¹ e (C) adubação anual de 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e que o tratamento D, aplicação em anos alternados de 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e de biofertilizante líquido, apresentou comportamento intermediário (Figura 1 – I). Entretanto, nas avaliações anuais, verificou-se que, em 2008, o tratamento D apresentou produção superior aos tratamentos B e C, enquanto que o tratamento A apresentou comportamento intermediário. Já em 2009, não houve diferenças significativas entre os tratamentos e a produção foi muito baixa, visto que, antes da floração de 2008, houve um vendaval com precipitação de granizo na área experimental, o que causou diminuição na produção do ano seguinte na ordem de 80%, motivo pelo qual, neste ano, não houve necessidade da realização de raleio de frutos verdes excedentes (Figura 1 – III). Em 2010, no tratamento A, obteve-se produção superior à dos tratamentos B e D, tendo o tratamento C desempenho intermediário (Figura 1 – I). Quanto ao número de frutos produzidos por planta (Figura 1 – II), o comportamento dos tratamentos foi semelhante ao da produção das plantas em massa de frutos (Figura 1 - I), tendo comportamento diferente somente no acumulado dos anos, onde a produção de frutos do tratamento A somente foi superior à do tratamento B, mas não diferiu dos tratamentos C e D. Este comportamento pode ser atribuído, entre outros fatores, à alternância de produção característica da tangerineira 'Montenegrina' (SCHWARZ, 2009).

A massa de frutos verdes raleados (Figura 1 – III), no ano de 2008, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Já em 2010, os tratamentos A e C apresentaram maior quantidade de frutos verdes raleados, contudo, na produção acumulada dos dois anos, o tratamento A apresentou a maior quantidade de frutos desbastados em relação aos tratamentos B e D, tendo o tratamento C ficado em situação intermediária. Isso mostra que as

tangerineiras submetidas à adubação verde (tratamento A), além de terem superado as dos tratamentos B e C na produção de frutos colhidos, revelaram superior capacidade produtiva em relação às tangerineiras submetidas aos demais tratamentos, por terem requerido raleio mais intenso. Panzenhagen et al. (1999) e Damatto Junior et al. (2005) verificaram aumento de produção ($t\ ha^{-1}$) com a utilização de adubos orgânicos em áreas não adubadas previamente, diferentemente do presente estudo, onde, provavelmente, a resposta negativa à adubação orgânica pode ser devida às adubações previamente realizadas.

Os teores insuficientes de N, Zn e Mn (Tabela 3), segundo os parâmetros do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994), que ocorreram em todos os tratamentos, indicam que, mesmo com altas quantidades de adubos orgânicos aplicados nos tratamentos B e C (em média $488\ kg\ de\ N\ ha^{-1}\ ano^{-1}$; $86\ kg\ de\ P\ ha^{-1}\ ano^{-1}$; $218\ kg\ de\ K\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) e no D (em média $320\ kg\ de\ N\ ha^{-1}\ ano^{-1}$; $76\ kg\ de\ P\ ha^{-1}\ ano^{-1}$; $140\ kg\ de\ K\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), não houve suficiente disponibilização ou eficiência de aproveitamento desses nutrientes pelas plantas. Mesmo que os teores de K sejam interpretados como suficientes nos tratamentos B e D, situam-se no limiar inferior da suficiência.

Os tratamentos com aplicação dos materiais orgânicos resultaram nos teores de macro e micronutrientes no solo apresentados na Tabela 1. Os solos foram interpretados como básicos ou pouco básicos na sua grande maioria, conforme a classificação de Volkweiss (1989) e no aumento ou manutenção de altos valores de pH ($\geq 7,4$), na camada de 0-20 cm do solo (Figura 2), o qual já era interpretado como muito alto antes do início do experimento (média de 7,5). No tratamento A, sem aplicação dos compostos, houve a diminuição do pH a 6,3. Este marcante efeito dos tratamentos com adubação orgânica sobre o pH do solo está associado à combinação entre o poder de neutralização de acidez do composto orgânico (Tabela 2), às doses aplicadas e ao baixo poder tampão de acidez do solo do pomar. Os valores determinados para alguns atributos de solo podem justificar as deficiências de alguns nutrientes nas folhas e a tendência de efeito depressivo para algumas variáveis quantitativas e qualitativas de produção das tangerineiras.

Os altos valores de pH do solo implicam em diminuição da disponibilidade de micronutrientes para as plantas (BISSANI et al., 2008), como é o caso de Zn e Mn no presente trabalho, com efeitos nas diversas variáveis avaliadas. Os baixos teores foliares de K podem ser atribuídos aos efeitos competitivos de absorção promovidos pelos altos teores de Ca e Mg

no solo com aplicação dos materiais orgânicos (BISSANI et al., 2008). Já os baixos teores foliares de N, embora as quantidades totais aplicadas sejam relativamente altas, podem ser justificados pela possível predominância de formas de N de lenta liberação e perdas de N na forma de nitrato no período entre a aplicação dos materiais e a época de maior absorção pelas plantas, considerando-se a textura arenosa das camadas superficiais do solo. Os resultados indicam a necessidade de estudos mais específicos quanto às formas químicas e taxas de liberação dos nutrientes presentes nos materiais orgânicos avaliados. Os resultados obtidos para as variáveis de solo e planta avaliadas apontam para a recomendação da suspensão da aplicação destes materiais orgânicos, em especial o composto orgânico, até que o pH do solo baixe a valores próximos a 6,0, conforme a recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004).

A massa média dos frutos (MMF), o diâmetro (\emptyset) longitudinal, a cromaticidade (C), a claridade da cor da casca (L), a acidez total titulável (ATT) e a relação SST/ATT não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos na média dos anos avaliados (Tabela 4). Entretanto, no tratamento A (adubação verde), o \emptyset transversal dos frutos foi menor do que no tratamento B e ambos não diferiram dos tratamentos C e D. Isso se deve, provavelmente, ao maior número de frutos produzidos no tratamento A, diminuindo o tamanho dos mesmos, apesar de não ter havido diferença na MMF. Entretanto, a diferença de aproximadamente 3 mm, na média, entre os tratamentos A e B não é suficiente para alterar a classificação comercial dos frutos, visto que, segundo Sartori (2005), estando entre 57 e 65 mm, os frutos de todos os tratamentos, cujo diâmetro transversal variou de 59,4 a 62,9 mm, são considerados de 2ª categoria.

Na média das safras 2009 e 2010, o índice de cor da casca (ICC) dos frutos do tratamento B foi superior em relação ao tratamento A, tendo comportamento intermediário nos tratamentos C e D.

Quanto aos teores de suco (Ts) e de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos, apresentados na Tabela 4, no tratamento A os valores foram superiores aos apresentados no tratamento B, ficando os tratamentos C e D com teores intermediários. Mesmo apresentando diferenças em todos os tratamentos, o Ts dos frutos foi superior ao requerido pela União Européia, que é de 33% para este tipo de tangerinas (CAMPANA, 2007). Além disso, a relação SST/ATT foi, em média, 13,85, o que é muito superior ao mínimo de 7,5, preconizado pelo padrão internacional dos citros (OECD, 2010).

Conclusões

A cobertura verde do solo, utilizando aveia-preta consorciada com ervilhaca no inverno e feijão-miúdo no verão, proporciona aumento da produtividade e dos teores de suco e de sólidos solúveis, sem afetar as demais características qualitativas dos frutos de tangerineiras 'Montenegrina'. Adubações orgânicas adicionais, em pomares que já vinham sendo adubados, não corrigiram as deficiências nutricionais de N, K, Zn e Mn. Os resultados sugerem a suspensão da aplicação dos materiais avaliados, em especial o composto orgânico, até que os valores de pH do solo baixem a valores próximos a 6,0.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ao CNPq, FAPERGS e CAPES pela concessão de bolsas e apoio financeiro para a execução deste trabalho. À Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Rio Caí (Ecocitrus) pelo apoio logístico na condução do experimento.

Referências

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16 ed., Arlington: AOAC, 1995. 1141 p.
- BARNI, N. A.; FREITAS, J. M. DE O.; MATZENAUER, R.; TOMAZZI, D. J.; ZANOTELLI, V.; ARGENTA, G.; SECHIN, J.; TIMM, P. J.; DIDONÉ, I. A.; HILEBRAND, G.; BUENO, A. C.; RIBEIRO, S. S. **Plantas recicladoras de nutrientes e de proteção do solo, para uso em sistemas equilibrados de produção agrícola**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 84 p. (Boletim Fepagro, 12).
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. R.; CARDOSO, L. S.; SILVA, M. I. G. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 77p.
- BISSANI, C.A.; CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2 ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. 344p.
- BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 de dezembro de 2003, Seção 1, p.8. Capturado em 20 maio 2011. Online. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=5114>>.
- CAMPANA, B. M. R. Índices de maturiz, cosecha y empaque de frutas In: SOZZI, G. **Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento**. 1. ed. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires, 2007. Cap. 21, p. 705 – 768.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.
- CRUZ, L. S. P.; RODRIGUEZ, O.; IGUE, T. Reação de laranjeiras Natal à aplicação de adubos minerais e orgânicos nas covas de plantio. **Bragantia**, Campinas, v. 30, n. 14, p. 135-143, out. 1971. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051971000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 mai. 2011. doi: 10.1590/S0006-87051971000200006.
- DAMATTO JUNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 188-190, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452005000100051&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 mai 2011. doi: 10.1590/S0100-29452005000100051.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. Ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653 p.
- GRUPEX. **O cultivo dos citros no Rio Grande do Sul: referências tecnológicas**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2005. 141 p. (Boletim Fepagro, 16).
- GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. **Recomendações de adubação e calagem para citros no estado de São Paulo. Laranja**, Cordeirópolis. Edição Especial. p.1-27. 1994.
- JIFON, J.L.; SYVERTSEN, J.P. Effects of moderate shade on Citrus leaf gas exchange, fruit yield, and quality. **Proceedings of the Florida State**

- Horticultural Society**, Lake Alfred, v.114, p.177-181, 2001.
- JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTINEZ-JÁVAGA. Determination of a color index for citrus fruit degreening. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Tokyo, v.2, p.750-753, 1981.
- KÖEPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- KOLLER, O.C. Adubação de pomares de citros. In: XII CICLO DE PALESTRAS SOBRE CITRICULTURA DO RS. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, Emater/RS e Fepagro. 2005, p. 39-64.
- MORTON, A.; PROEBST, D. **Organic citrus resource guide**. Nova Zelândia: Soil and Health Association of New Zealand Inc. and Bio Dynamic Association in New Zealand Inc, 2003. Capturado em 15 mai. 2011. Online. Disponível em: <<http://www.organicnz.org/growing-farmers/>>.
- OECD. **International standards for fruit and vegetables**: Citrus fruit. Paris: OECD Publishing, 2010. 244 p.
- PANZENHAGEN, N. V.; KOLLER, O. C.; SARTORI, I. A.; PORTELINHA, N. V. Respostas de tangerineiras 'Montenegrina' à calagem e adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.4, p. 527-533, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X1999000400003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 mai. 2011. doi: 10.1590/S0100-204X1999000400003.
- PANZENHAGEN, N. V.; KOLLER, O. C.; VAQUIL, P. D.; SOUZA, P. V. D.; SOGLIO, F. K. D. Aspectos técnico-ambientais da produção orgânica na região citrícola do Vale do Rio Caí, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 90/01-95, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000100015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 mai. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782008000100015.
- RIENZI, E. A.; MAGGI, A. E. Manejo y conservación de suelos de sistemas frutícolas. In: SOZZI, G. (Ed. Lit.). **Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento**. 1. ed. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires, 2007. Cap. 11, p. 343 – 362.
- RODRIGUES, L. R.; SCHWARZ, S. F.; RECKZIEGEL, V. P.; KOLLER, O. C. Raleio manual de frutos em tangerineiras 'Montenegrina'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.8, p. 1315-1320, 1998.
- SARTORI, I. A. **Poda raleio e uso de fitorreguladores em tangerineiras (Citrus deliciosa Tenore) cv. Montenegrina**. 2007. 114 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SCHWARZ, S. F. Melhoramento genético e variedades. In: **Citricultura, cultura de tangerineiras**: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização. Porto Alegre: Rígel, 2009. p. 35-48.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174 p.
- VOLKWEISS, S. J. Química da acidez dos solos. In: KAMINSKI, J.; VOLKWEISS, S. J. II SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO. **Anais...** Santa Maria: Edições UFSM, 1989, p. 7-38.

Tabela 1 - Caracterização química e física do solo (camada 0-20 cm) da área do pomar antes do início do experimento (2007) e em 2009, em função dos tratamentos, Montenegro, RS.

Atributos	2007		2009							
	(Média)		A	B	C	D				
Argila (%)	9,4	-	13,0	-	7,8	-	8,0	-	10,8	-
pH (H ₂ O)	7,5	PB ¹	6,3	PA	7,4	PB	7,6	B	7,4	PB
P - Mehlich (mg/dm ³)	50,7	MA	12,6	B	48	MA	33,8	A	56	MA
K trocável (mg/dm ³)	70	A	52	M	85,3	A	34	B	59	M
Matéria orgânica (%)	2,6	M	1,2	B	1,4	B	1,4	B	2,1	B
Al trocável (cmol _c /dm ³)	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Ca trocável (cmol _c /dm ³)	7,4	A	4,2	A	6,2	A	6,2	A	7,8	A
Mg trocável (cmol _c /dm ³)	0,7	M	0,8	M	0,6	M	0,5	B	0,7	M
Al+H (cmol _c /dm ³)	1	-	1,6	-	0,8	-	0,8	-	1	-
CTC (cmol _c /dm ³)	9,1	M	6,7	M	7,8	M	7,6	M	9,6	M
Saturação por bases (%)	87,7	A	77	M	89	A	88,8	A	89	A
Saturação por Al (%)	0	MB	0	MB	0	MB	0	MB	0	MB
Relação Ca/Mg	11,5	A	5,6	A	11	A	13,8	A	12	A
Relação Ca/K	42,4	-	32,3	-	29	-	73,5	-	56,8	-
Relação Mg/K	3,7	-	6,1	-	2,7	-	5,5	-	4,6	-
S (mg/dm ³)	7,3	A	4,5	M	5,4	A	4,6	M	6,7	A
Zn (mg/dm ³)	7,8	A	2,2	A	3,6	A	4,9	A	5,5	A
Cu (mg/dm ³)	2	A	2	A	1,9	A	1,7	A	1,7	A
B (mg/dm ³)	0,3	M	0,2	M	0,3	M	0,2	M	0,4	A
Mn (mg/dm ³)	1,5	B	6,5	A	1,5	B	2,5	M	3,5	M

¹ Interpretação do pH do solo (H₂O) segundo VOLKWEISS (1989): PA - pouco ácido; PB - pouco básico; B - básico. ² Interpretação segundo os padrões da COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (2004): MB - muito baixo; B - baixo; M - médio; A - alto; MA - muito alto. Tratamento A - adubação verde; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, em um ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e em outro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante da Ecocitrus.

Tabela 2 - Caracterização química e física média (2007 a 2010) dos compostos sólido e líquido (biofertilizante) da Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Rio Caí - Ecocitrus em Montenegro, RS.

Atributos	Composto sólido	Biofertilizante
Umidade %	48,75	92,75
pH	8,20	7,28
Densidade	0,66	0,99
Carbono orgânico (%)	18,00	40,00
Nitrogênio (%)	1,48	2,10
Fósforo (%)	0,26	0,92
Potássio(%)	0,66	0,87
Cálcio (%)	7,73	4,40
Magnésio (%)	0,54	0,41
Enxofre (%)	0,31	0,62
Cobre (mg/kg)	50,75	150,00
Zinco (mg/kg)	61,75	316,75
Ferro (%)	0,98	1,58
Manganês (mg/kg)	650,50	263,75
Sódio (%)	0,22	1,14
Cádmio (mg/kg)	0,43	1,69
Cromo (mg/kg)	29,50	75,75
Níquel (mg/kg)	16,75	15,75
Chumbo (mg/kg)	13,00	30,50
Molibdênio (mg/kg)	0,40	1,05
Vanádio (mg/kg)	29,50	8,50
Arsênio (mg/kg)	15,00	3,50
Boro (mg/kg)	17,00	17,25
Mercúrio (mg/kg)	0,03	0,05
Poder de neutralização (%)	25,00	3,00

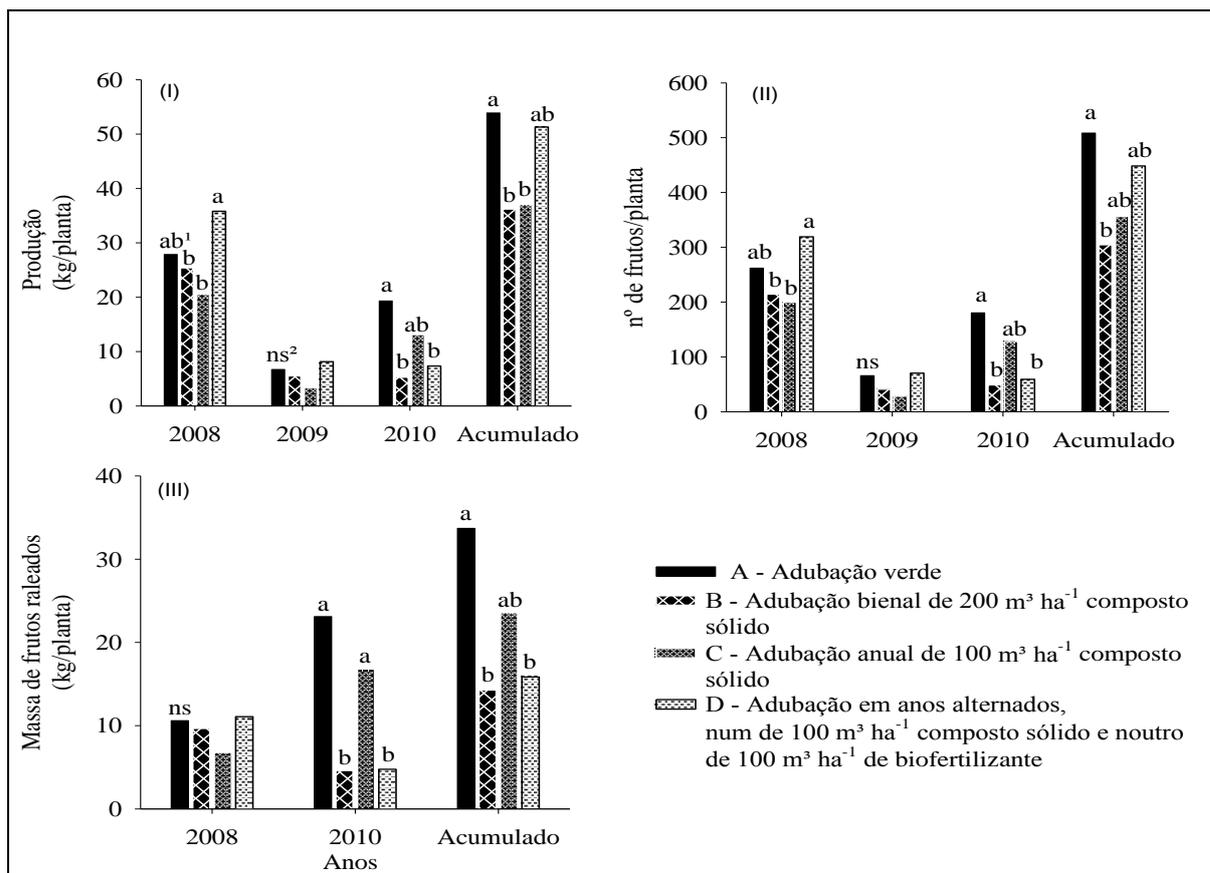
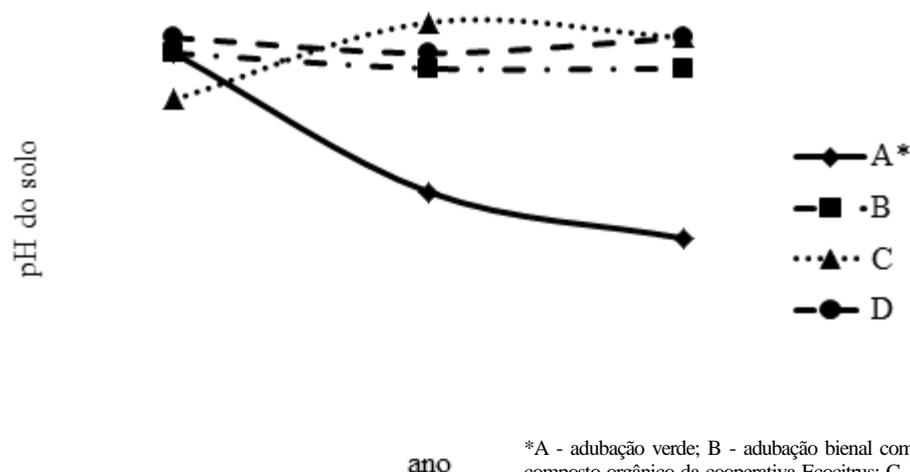


Figura 1 - Produção em massa (I), número de frutos (II) e massa de frutos raleados (III) de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Ten.) cv. Montenegrina, submetidas a diversos tratamentos com adubação orgânica, nos anos de 2008 a 2010, em Montenegro, RS. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ns - não significativo.

Tabela 3 - Nível nutricional foliar de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Ten.) cv. Montenegrina produzidas em pomar orgânico submetido a diversos tratamentos de adubação orgânica em Montenegro, RS, 2010.

Atributos	Tratamentos			
	A	B	C	D
N (g/kg)	20,90 I ¹	20,10 I	21,00 I	21,70 I
P (g/kg)	1,40 S	1,10 I	1,20 S	1,20 S
K (g/kg)	7,60 I	10,20 S	8,00 I	10,40 S
Ca (g/kg)	40,40 S	40,30 S	41,80 S	42,00 S
Mg (g/kg)	3,90 S	3,00 S	3,70 S	3,30 S
Zn (mg/kg)	18,40 I	17,16 I	16,90 I	18,97 I
Mn (mg/kg)	7,95 I	18,85 I	8,27 I	13,08 I
Fe (mg/kg)	138,56 S	120,10 S	154,90 S	136,27 S

¹ Interpretação segundo os padrões nutricionais do GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1994): I - insuficiente; S - suficiente; E - excesso. A - adubação verde; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, em um ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e em outro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante da Ecocitrus.



*A - adubação verde; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, em um ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e em outro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante da Ecocitrus.

Figura 2 - Valor de pH (H₂O) do solo de pomar de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Ten.) cv. Montenegrina, submetido a diversos tratamentos com adubação orgânica, nos anos de 2007 a 2009, em Montenegro, RS.

Tabela 4 - Médias da massa dos frutos (MMF), diâmetro (Ø) transversal e longitudinal, índice de cor da casca (ICC), cromaticidade da casca (C), luminosidade da cor da casca (L), teor de suco (Ts), teor se sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação SST/ATT de tangerinas (*Citrus deliciosa* Ten.) cv. Montenegrina produzidas em pomar orgânico submetido a diversos tratamentos de adubação orgânica, nos anos de 2008 a 2010 (média de três safras), Montenegro, RS.

	Tratamentos				CV (%)
	A	B	C	D	
MMF (g/fruto) ns	115,7	129,3	121,6	119,2	5,40
Ø transversal (mm/fruto)	59,4 b ¹	62,9 a	60,6 ab	61,0 ab	2,04
Ø longitudinal (mm/fruto) ns	57,5	60,4	58,3	58,3	2,73
ICC ³	12,3 b	14,2 a	13,5 ab	13,5 ab	5,26
C ³ ns	40,7	41,4	40,6	40,5	2,27
L ³ ns	54,8	53,7	53,8	53,9	1,20
Ts (%)	41,1 a	34,6 b	37,2 ab	36,4 ab	6,57
SST (° Brix)	13,1 a	11,9 b	12,5 ab	12,3 ab	3,47
ATT (% ác. cítrico) ns	0,93	0,90	0,92	0,93	4,18
Relação SST/ATT ns	14,3	13,5	14,0	13,6	4,47

¹ Letras distintas, na horizontal, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p < 0,05); ns - não significativo; ³ média das safras de 2009 e 2010. A - adubação verde; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, em um ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e em outro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante da Ecocitrus.

Desenvolvimento de porta-enxertos cítricos em dois substratos comerciais em fase de sementeira¹

Sandra Rieth², Julio Cesar Giuliani³, Wagner Soares⁴, Paulo Vitor Dutra de Souza⁵

Resumo - A carência de substratos comerciais de qualidade para produção de mudas e a pouca diversificação de porta-enxertos deixam a citricultura rio-grandense vulnerável. Objetivou-se avaliar a eficiência de dois substratos comerciais sobre a emergência e o desenvolvimento de diferentes porta-enxertos cítricos na fase de sementeira, em ambiente protegido. O experimento foi realizado em bandejas alveoladas, testando-se o substrato Comercial 1 (Carolina Soil[®]) e o Comercial 2 (Beifiur[®]). Testaram-se os seguintes porta-enxertos: tangerineira ‘Sunki’ (*Citrus sunki* hort. ex Tan.), ‘Flying Dragon’ (*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa*), citrumeleiro ‘Swingle’ [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. paradisi* Macf.], ‘Trifoliata’ [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* Ten & Pasq.) e o citrangeiro ‘Fepagro C 37’ [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* (L.) Osbeck.]. Avaliaram-se as características físicas e químicas dos substratos, a emergência (%), a altura (cm) e o diâmetro do caule (mm) das plântulas. O substrato Comercial 2 apresentou elevado teor inicial de sais solúveis e densidade. O Comercial 1 permitiu antecipação da emergência no ‘Trifoliata’, no limoeiro ‘Volkameriano’ e no citrangeiro ‘Fepagro C37’, porém, ao final, a emergência foi semelhante entre os substratos atingindo percentuais elevados para todos. Ambos substratos, se manejados adequadamente, proporcionam desenvolvimento satisfatório aos porta-enxertos cítricos.

Palavras-chave: Citros. Vigor. Ambiente protegido. Propagação.

Development of varieties of citrus rootstocks seedlings grown in two commercial substrates

Abstract - The lack of quality commercial substrate for seedling production and short supply of different rootstocks citrus leave the Rio Grande do Sul State vulnerable. The objective was to evaluate the efficiency of two commercial substrates on the emergency and development of different citrus rootstocks during sowing in the greenhouse. The experiment was carried out in styrofoam trays, testing the substrate: Commercial 1 (Carolina Soil[®]) and Commercial 2 (Beifiur[®]) in styrofoam trays were tested. The rootstocks tested were ‘Sunki’ (*Citrus sunki* hort. ex Tan.), ‘Flying Dragon’ (*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa*), citrumeleiro ‘Swingle’ [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. paradisi* Macf.], ‘Trifoliata’ [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], ‘Volkamer’ lemon (*C. volkameriana* Ten & Pasq.) and citrange ‘Fepagro C 37’ [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* (L.) Osbeck.]. We evaluated physical and chemical characteristics of substrates, emergence (%), height (cm), stem diameter (mm) of the seedlings. The Commercial 2 substrate showed high levels of soluble salts and initial density. The Commercial 1 substrate allowed an anticipation in plant emergence of *Poncirus trifoliata*, ‘Volkamer’ lemon and citrange ‘Fepagro C 37’, but by the end plant emergence was similar among substrates, reaching high percentages for all of them. Both substrates, if handled properly, provide satisfactory citrus rootstock seedling development.

Key words: Citrus. Strength. Greenhouse. Propagation.

¹ Manuscrito submetido em 19/11/12 e aceito para publicação em 21/02/2013.

² Eng. Agrônoma, mestre, doutoranda no PPG Fitotecnia/UFRGS. E-mail: sandrarieth@hotmail.com.

³ Eng. Agrônomo, mestre, doutorando no PPG Fitotecnia/UFRGS.

⁴ Eng. Agrônomo, mestrando no PPG Fitotecnia/UFRGS.

⁵ Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor associado do Departamento de Horticultura e Silvicultura, PPG Fitotecnia, Faculdade de Agronomia/UFRGS.

Introdução

Na produção de mudas cítricas, é de fundamental importância que essas sejam cultivadas em substratos que promovam o seu ótimo desenvolvimento, tanto em fase de sementeira, como no viveiro (SPIER, 2008). A emergência é uma característica bastante peculiar de cada variedade porta-enxerto, sendo influenciada também por características climáticas e do substrato utilizado. Em estudos realizados por Oliveira, Radmann e Scivittaro (2002), verificou-se que foi maior a emergência de *Poncirus trifoliata* quando semeado no verão (60-100% de emergência) do que no inverno (no máximo 50% de emergência). Tal informação corrobora Schäfer (2000), que verificou que, em semeadura realizada em períodos de temperaturas baixas (outono-inverno), as sementes de diversas variedades levaram até 140 dias após a semeadura para atingir germinação máxima.

Com relação às características de desenvolvimento de porta-enxertos cítricos, em estudos realizados por Teixeira et al. (2009b), verificou-se que a altura média e diâmetro do caule atingidos pelas plantas de tangerineira 'Sunki' foi inferior à altura das variedades citrangeiro 'Fepagro C 37', citrumeleiro 'Swingle' e 'Trifoliata'. No Rio Grande do Sul, o porta-enxerto mais utilizado é o *Poncirus trifoliata*, devido às suas características agrônomicas desejáveis (indução de resistência ao frio, qualidade dos frutos, menor porte da planta sobre ele enxertada). Portanto, o estudo dessas diferentes variedades de porta-enxertos pode contribuir para a citricultura rio-grandense, no intuito de diminuir a vulnerabilidade do setor que está vinculada somente à utilização de um porta-enxerto nos pomares (SOUZA, SCHWARZ e OLIVEIRA, 2010).

No sul do Brasil, há uma carência de substratos recomendados para a produção de mudas de citros. As empresas produtoras de substratos para plantas nem sempre se localizam próximas ao mercado consumidor e o transporte a grandes distâncias onera o preço, limitando sua aquisição, o que faz com que muitas vezes o interessado elabore seu próprio substrato, misturando materiais disponíveis na região (FERMINO e KÄMPF, 2012). Produtos que existiam no mercado deixaram de ser comercializados, havendo necessidade de estudos com novos materiais.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência de dois substratos comerciais sobre a emergência e o desenvolvimento de diferentes porta-enxertos cítricos na fase de sementeira, em ambiente protegido.

Material e Métodos

O estudo foi implantado em maio de 2010 em casa de vegetação do Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS) da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Utilizaram-se bandejas multicelulares de isopor (72 células e volume útil de 120 cm³ por alvéolo), onde foram semeados os porta-enxertos 'Trifoliata' [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* hort. ex Tan.), citrumeleiro 'Swingle' [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. paradisi* Macf.], citrangeiro 'Fepagro C 37' [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* (L.) Osbeck.], limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* Ten & Pasq.) e 'Flying Dragon' (*P. trifoliata* var. monstrosa).

Esses foram semeados em dois substratos comerciais: o Carolina Soil[®] (denominado neste estudo de Comercial 1), composto basicamente por turfa, casca de arroz carbonizada e vermiculita, e o Beifiur[®] (denominado Comercial 2), constituído de turfa, cascas de arroz queimadas e cascas de arroz carbonizadas, além de um material orgânico compostado constituído de cama de aviário e engaço de uva. Ambos os substratos foram avaliados física e quimicamente no Laboratório de Análises de Substratos para Plantas do DHS, segundo metodologia descrita por Kämpf (2000).

Os substratos foram autoclavados no Laboratório de Horticultura do DHS em autoclave vertical Primatec, mantendo-os por uma hora a 127 °C (1 atm), repetindo-se a operação mais duas vezes em intervalos de 24 horas.

As sementes utilizadas foram extraídas de frutos maduros, colhidos de plantas cultivadas numa coleção de citros da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, localizada em Eldorado do Sul/RS (30°05'22" S, 51°39'08" W), e no pomar comercial da Fazenda Panoramas Citrus, localizada em Butiá/RS (30°07'5" S, 51°51'22" W), através da metodologia descrita por Souza e Schäfer (2006). As sementes foram submetidas à termoterapia, em seguida tratadas com Captan[®], e posteriormente armazenadas em refrigerador, segundo metodologia descrita por Koller (2006),

até o momento da semeadura (em torno de 30 dias de armazenamento).

Na instalação do experimento, semearam-se duas sementes por alvéolo para posterior seleção de uma plântula por alvéolo. Inicialmente, realizou-se a hidratação do substrato Comercial 1, conforme recomendação do fabricante. Não havia essa instrução para o substrato Comercial 2, não tendo sido, portanto, hidratado. As bandejas foram mantidas em bancadas de concreto, sendo irrigadas com 20 mL de água por alvéolo a cada dois dias, através de regador manual.

Avaliou-se semanalmente a emergência de plântulas a partir de 46 dias após a semeadura. Após 84 dias da semeadura, passou-se a avaliar quinzenalmente o desenvolvimento vegetativo das plantas, através de medições da altura da parte aérea (cm), medida com trena do colo até o ápice da planta. Ao término do experimento foi medido, além da altura das plantas, o diâmetro do caule (mm) a aproximadamente 1 cm da superfície do substrato com paquímetro digital. As avaliações de altura e diâmetro do caule não foram realizadas para os porta-enxertos 'Flying Dragon' e citrangeiro 'Fepagro C 37', devido à escassa germinação no substrato Comercial 2 do primeiro e morte de plantas após emergência do segundo.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas em esquema fatorial 6x2 (porta-enxertos x substratos) para a variável percentual de emergência, e em esquema fatorial 4x2 (porta-enxertos x substratos) para as demais variáveis analisadas, em quatro blocos e quatro repetições de quatro plantas por parcela. Os substratos constituíram a parcela principal. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias diferenciadas estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Os resultados das análises das características físicas e químicas dos substratos utilizados revelam que o pH, a porosidade total, o espaço de aeração, a água facilmente disponível (AFD), a água tamponante (AT), a água remanescente (AR) e a água disponível (AD) estão dentro das faixas consideradas ideais por De Boedt e Verdonck (1972); Bailey, Fonteno e Nelson (2000) e Kämpf (2000) para o desenvolvimento de plantas (Tabela 1).

Os valores de densidades úmida e seca apresentados pelo substrato Comercial 2 foram o dobro do Comercial 1 (Tabela 1). O valor da densidade de um material serve como parâmetro para indicação de seu uso (SPIER, 2008). Apesar dos substratos apresentarem densidade seca dentro dos padrões para utilização em bandeja (densidades de 100 a 300 kg m⁻³ para bandejas multicelulares) (KÄMPF, 2005), quando são umedecidos, suas densidades praticamente triplicam (Tabela 1). O substrato Comercial 1 apresenta teores de sais solúveis totais dentro da faixa recomendada para substratos (Tabela 1). O Comercial 2 apresentou excesso de sais, pois 3,80 g L⁻¹ é considerado um alto teor, podendo prejudicar ou retardar o desenvolvimento das plântulas (KÄMPF, 2000).

Não houve interação significativa entre os fatores testados (substratos e porta-enxertos). As curvas de emergência dos porta-enxertos apresentaram um comportamento cúbico (Figura 1), com exceção do citrumeleiro 'Swingle' cultivado em ambos os substratos e do citrangeiro 'Fepagro C 37' cultivado no Comercial 1, que mostraram comportamento quadrático (Figuras 1C e 1E).

A emergência iniciou por volta dos 30 dias no citrumeleiro 'Swingle' (Figura 1C); dos 40 dias na tangerineira 'Sunki' (Figura 1A) e no citrangeiro 'Fepagro C 37' (Figura 1E); e ao redor dos 50-70 dias em 'Flying Dragon' (Figura 1B), em 'Trifoliata' e em limoeiro 'Volkameriano' (Figura 1F).

De acordo com Schwarz e Brugnara (2009), a germinação das sementes cítricas é afetada pela temperatura e umidade do substrato. Em temperaturas de 30 a 35 °C, a germinação é otimizada, ocorrendo entre 14 e 30 dias, mas essa pode ocorrer em temperaturas acima de 12 °C, de acordo com Koller (2006), porém mais lentamente. No presente estudo, as avaliações tiveram início aos 39 dias após a semeadura (DAS), coincidindo com o inverno, quando pode ter havido atraso da emergência devido às baixas temperaturas ocorridas no período (temperatura média de 15,9 °C em julho; 15,8 °C em agosto) (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, 2012). Porém, esse fator parece não ter afetado as variedades tangerineira 'Sunki' e citrumeleiro 'Swingle', que apresentaram plantas emergidas desde a primeira avaliação (Figura 1 A e C).

Nesse caso, talvez o conteúdo em reservas das sementes tenham tido influência, pois aquelas variedades com sementes menores, como a

tangerineira ‘Sunki’, emergiram antes comparativamente àquelas com sementes maiores, indicando que, com disponibilidade de reservas, há possibilidade de espera por ambiente mais favorável para germinação. Segundo Klein *et al.* (2007), que trabalharam com mirtáceas, o tamanho das sementes influencia nos percentuais germinativos, na velocidade de emergência e no desenvolvimento inicial das plântulas. Em contrapartida, Aguiar, Carvalho e Damasceno (1979), estudando a influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, constataram que o tamanho da semente não influencia no percentual germinativo das sementes, mas na velocidade de germinação.

A velocidade de emergência também foi variável com a cultivar, onde a tangerineira ‘Sunki’ e o limoeiro ‘Volkameriano’ apresentaram um intervalo menor desde o início até o final da emergência. Os demais porta-enxertos levaram mais tempo para atingir o ápice de emergência. Tal comportamento pode ser explicado pelas diferenças genéticas existentes entre os porta-enxertos testados, uma vez que o ‘Trifoliata’ e demais porta-enxertos com herança genética deste são bastante afetados pela época de semeadura, apresentando menor vigor inicial. Para a germinação de sementes, a melhor temperatura para o ‘Trifoliata’ gira em torno de 25 °C (ROUSE, 1997).

O fato de a semeadura ter sido realizada poucos dias após a extração das sementes pode ter contribuído para os altos percentuais de emergência verificados nas diferentes variedades. Contudo, as sementes podem ser armazenadas, mantendo-se sua viabilidade, por aproximadamente seis meses (KOLLER, 2006). Teixeira *et al.* (2009a) compararam o desenvolvimento de quatro porta-enxertos, e a semeadura foi realizada cinco meses após extração, em que 45 dias após a semeadura o citrangeiro ‘Fepagro C37’ obteve o maior percentual de emergência (86,99%) seguido por ‘Sunki’, ‘Swingle’ e por fim o ‘Trifoliata’ (43,27%).

Outra questão a ser observada é a emergência das plântulas em função do substrato utilizado (Figura 1). Observa-se, à exceção de citrumeleiro ‘Swingle’ e tangerineira ‘Sunki’, um atraso na emergência das plântulas cultivadas no Comercial 2. Isso pode ser devido à maior densidade verificada nesse substrato, que pode ter provocado maior gasto de energia/reservas e tempo para a emergência das plântulas.

A umidade do substrato exerce influência na distribuição do tamanho dos poros. Quando a água é adicionada a componentes secos, estes se hidratam aumentando de tamanho e tendem a formar agregados e, por consequência, um menor espaço de aeração pela maior acomodação das partículas pequenas entre as grandes (GRUSZYNSKI, 2002). Assim, os valores de densidade úmida verificados nos substratos Comercial 1 e 2 (acima de 300 kg m⁻³) podem acarretar problemas de emergência das plântulas, uma vez que a germinação da semente fica prejudicada, pois ela precisará gastar reservas extras para superar a densidade do substrato (Tabela 1). Nota-se, porém, que o Comercial 2 apresenta o dobro da densidade úmida verificada no Comercial 1, sendo passível de causar maiores prejuízos à germinação das sementes.

O substrato Comercial 2 apresentava, originalmente, alto teor de sais solúveis (TTSS) (3,80 g L⁻¹), o que também pode ter atrasado a embebição dos embriões por osmose, retardando a germinação e a emergência das plântulas.

Cabe destacar que, apesar do substrato Comercial 1 ter proporcionado uma antecipação da emergência no *Poncirus trifoliata* (Figura 1D), no citrangeiro ‘Fepagro C 37’ (Figura 1E) e no limoeiro ‘Volkameriano’ (Figura 1F), ao final, a emergência foi semelhante entre os substratos, ocorrendo percentuais elevados em ambos.

Os substratos não interferiram na emergência da tangerineira ‘Sunki’ e do citrumeleiro ‘Swingle’, que tiveram emergência superior aos 80 % (Figura 1).

‘Flying Dragon’ foi uma exceção, apresentando comportamento distinto dos demais, com menor emergência ao ser cultivado no Comercial 1, não atingindo os 60 % neste e superando os 80 % no Comercial 2 (Figura 1B).

Tangerineira ‘Sunki’ levou aproximadamente 60 dias para atingir o máximo de emergência, enquanto as demais levaram de 100 a 120 dias. Apesar das sementes dessa variedade serem consideradas pequenas quando comparadas aos demais porta-enxertos, tendo, portanto, uma menor quantidade de reserva na semente, a tangerineira ‘Sunki’ chega à emergência máxima mais rápido num menor período de tempo.

O menor percentual de germinação verificada no citrangeiro ‘Fepagro C 37’ quando cultivado no Comercial 2 e a morte de plantas após emergência observada em ‘Flying Dragon’ podem ter ocorrido devido a problemas com relação ao tratamento térmico e armazenamento das sementes. Muitas plantas albinas foram

observadas em todas as variedades, porém houve maior quantidade de plantas afetadas nessas variedades. De acordo com Santos Filho, Magalhães e Coelho (2005), considera-se o fungo *Alternaria tenuis* como o agente causal mais comum, embora *Aspergillus flavus* também possa ocasionar o albinismo, sendo seu controle realizado por fungicida e armazenagem em ambientes desfavoráveis ao fungo. A planta pode ser afetada como um todo ou ter apenas partes albinas (cotilédones). De maneira geral, essa doença só afeta algumas plantas da sementeira, mas em alguns casos, os danos podem chegar a 50 % (SANTOS FILHO, MAGALHÃES e COELHO, 2005). Provavelmente, o fungicida utilizado ou o armazenamento não foram eficientes para a proteção contra esse patógeno.

Tangerineira 'Sunki' (Figura 2A), citrumeleiro 'Swingle' (Figura 2B), *Poncirus trifoliata* (Figura 2C) e limoeiro 'Volkameriano' (Figura 2D) incrementaram sua altura ao longo do período experimental. A primeira avaliação de altura ocorreu no período de inverno, onde as temperaturas eram mais baixas (em torno de 15 °C (INMET, 2012)). No decorrer das avaliações, as temperaturas médias elevaram-se (20 – 25 °C), ocorrendo aceleração da atividade metabólica, culminando com o incremento em altura das variedades avaliadas.

A tangerineira 'Sunki' e o *Poncirus trifoliata* apresentaram alturas semelhantes até aproximadamente 200 dias após a semeadura, independentemente do substrato utilizado. A partir deste período, as plantas cultivadas no substrato Comercial 2 aceleraram seu crescimento primário.

No caso do citrumeleiro 'Swingle', seu incremento em altura, ao ser cultivado no Comercial 1, foi linear e, no Comercial 2, foi cúbico (Figura 2B). Já para o limoeiro 'Volkameriano', os incrementos foram lineares e semelhantes nos dois substratos (Figura 2D). Variações no desenvolvimento de porta-enxertos são comuns e devem-se às diferenças genéticas peculiares a cada variedade (SCHÄFER, 2004).

Levando-se em consideração o fato de que a altura indicada para se realizar a repicagem das mudas gira em torno de 10 cm (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2003), todos os porta-enxertos atingiram esse parâmetro antes da última avaliação. Porém, nota-se que a tangerineira 'Sunki', quando cultivada no substrato Comercial 1, levou mais tempo que os demais porta-enxertos para atingir essa altura (Figura 2A).

Na avaliação final, verificou-se que as plantas cultivadas no substrato Comercial 2 apresentaram maior altura, sem diferir no diâmetro do colo (Tabela 2).

O limoeiro 'Volkameriano' apresentou a maior altura final, e o citrumeleiro 'Swingle', a menor, com o *Poncirus trifoliata* e a tangerineira 'Sunki' apresentando alturas intermediárias aos anteriores (Tabela 2).

Apesar da menor altura, o citrumeleiro 'Swingle' apresentou diâmetro semelhante ao limoeiro 'Volkameriano', sendo superiores à tangerineira 'Sunki' e ao *Poncirus trifoliata*, que não diferiram entre si. Esse comportamento dos porta-enxertos está relacionado à sua genética, sendo considerados porta-enxertos com graus de vigor diferentes em viveiro (SOUZA, SCHWARZ e OLIVEIRA, 2010).

As variedades porta-enxerto apresentam crescimento secundário diferenciado, de acordo com a sua genética. O limoeiro 'Volkameriano' apresentou-se como uma planta de elevada altura e diâmetro em comparação com as demais (Tabela 2). Já o citrumeleiro 'Swingle' caracterizou-se neste estudo como uma planta com elevado diâmetro do caule, porém com altura inferior aos demais.

O diâmetro do caule é uma variável de grande importância, pois determina o momento da enxertia e, por sua vez, a precocidade de produção da muda. A enxertia geralmente é realizada quando a planta atinge 7 mm de diâmetro de caule (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2003; FOCESATO et al., 2007). Esse parâmetro não foi alcançado neste estudo, mas, através do observado até o momento da repicagem (última avaliação), pode-se supor que os porta-enxertos limoeiro 'Volkameriano' e citrumeleiro 'Swingle' atingiriam o diâmetro padrão do caule antes dos demais (Tabela 2).

Tendo em vista os resultados obtidos, pode-se concluir que ambos substratos, quando manejados adequadamente, proporcionaram o desenvolvimento adequado dos porta-enxertos de citros em bandejas multicelulares. Os porta-enxertos apresentaram distintos vigores, sendo o limoeiro Volkameriano o mais vigoroso, seguido de citrumeleiro 'Swingle', *Poncirus trifoliata* e tangerineira 'Sunki'.

Referências

AGUIAR, I. B.; CARVALHO, N. M.; DAMASCENO, M. C. M. Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de

- eucalipto. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 53-58, 1979.
- BAILEY, D. A.; FONTENO, W. C.; NELSON, P. V. **Greenhouse substrates and fertilization**. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ghsubfert.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2012.
- DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 26, p. 37-44, 1972.
- FERMINO, M. H.; KÄMPF A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 75-79, 2012.
- FOCHESATO, M. L. et al. Crescimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em substratos comerciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 970-975, 2007.
- GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agroindustrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 100 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Boletins agroclimáticos. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10 set. 2012.
- KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. (Coord.) **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. cap. 3, p. 45-72.
- _____. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Eds.) **Substratos para plantas**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 139-145.
- KLEIN, J. et al. Efeito do tamanho da semente na emergência e desenvolvimento inicial de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 861-863, 2007.
- KOLLER, O. C. Clima e Solo. In: KOLLER, O. C. (Org.) **Citricultura: 1. laranja: tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização**. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2006. cap. 3, p. 27-40.
- OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B. **Normas e padrões para produção de mudas certificadas de citros em parceria com a Embrapa**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. 18 p. (Documentos, 114).
- _____. de; RADMANN, E. B.; SCIVITTARO, W. B. **Tecnologia para produção de mudas de citros: maximização da germinação do porta-enxerto 'Trifoliata'**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 80).
- ROUSE, R. E. Optimum temperatures for germinating citrus seeds. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Campeche, v. 41, p. 136-139, 1997.
- SANTOS FILHO, H. P.; MAGALHÃES, A. F. J.; COELHO, Y. S. Doenças fúngicas. In: **Citros: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p. 123-146 (Coleção 500 Perguntas 500 Respostas)
- SCHÄFER, G. **Caracterização molecular, diagnóstico e avaliação de porta-enxertos na citricultura gaúcha**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 81 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- _____. **Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 129 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SCHWARZ, S. F.; BRUGNARA, E. C. Classificação botânica, morfologia e fisiologia. **Citricultura: cultura de tangerineiras, tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização**. Porto Alegre: Rígel, 2009. cap. 2, p. 25-29.

SPIER, M. **Ajuste de metodologias para análise física de substratos e teste do resíduo de cana-de-açúcar para o cultivo de plantas.** Porto Alegre: UFRGS, 2008. 102 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SOUZA, E. L. de S.; SCHWARZ, S. F.; OLIVEIRA, R. P. Porta-enxertos para citros no Rio Grande do Sul. In: INDICAÇÕES Técnicas para a Citricultura no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO, 2010. cap. 4, p. 19-26.

SOUZA, P. V. D. de.; SCHÄFER, G. Produção de mudas de laranjeiras. In: KOLLER, O.C. (Org.) **Citricultura**: 1. Laranja, tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2006. cap. 5, p. 55-87.

TEIXEIRA, P. T. L. et al. A escarificação química e o desenvolvimento inicial de porta-enxertos cítricos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, 2009a.

_____. Desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em diferentes recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, 2009b.

Tabela 1 - Análises físicas e químicas dos substratos comerciais. Porto Alegre, 2010.

	Substrato Comercial 1	Substrato Comercial 2	Faixa ideal*
DU (kg m ⁻³)*	370	625	**
DS (kg m ⁻³)	118	272	100 – 300
pH (em H ₂ O)	5,75	4,92	5,0 – 6,2
TTSS (g L ⁻¹)	1,31	3,80	1,0 – 2,0
PT (m ³ m ⁻³)	0,89	0,78	0,85
EA (m ³ m ⁻³)	0,35	0,22	0,20 – 0,40
AFD (m ³ m ⁻³)	0,20	0,17	0,10 – 0,50
AT (m ³ m ⁻³)	0,04	0,04	0,04 – 0,10
AD (m ³ m ⁻³)	0,24	0,21	0,14 – 0,60

*DU= densidade úmida; DS= densidade seca; pH= determinado em água, diluição 1:5 (v/v); TTSS= teor total de sais solúveis, calculado através dos valores de condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v); PT= porosidade total; EA= espaço de aeração; AFD= água facilmente disponível; AT= água tamponante; AD= água disponível.*Valores considerados ideais por De Boodt e Verdonck (1972), Bailey, Fonteno e Nelson (2000) e Kämpf (2000).**Para esse quesito não há uma faixa ideal determinada.

Tabela 2 - Altura da parte aérea (cm) e diâmetro do caule (mm) de quatro variedades de porta-enxertos cítricos cultivadas em dois substratos comerciais ao final da fase de sementeira. Porto Alegre, 2011.

	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
Comercial 1	14,10	2,62
Comercial 2	16,71*	2,84 ^{ns}
Tangerineira Sunki	13,86 bc	2,41 b
Citromeleiro Swingle	12,65 c	2,96 a
Trifoliata	16,13 ab	2,19 b
Limoeiro Volkameriano	18,98 a**	3,73 a**
C.V. %	12,40	10,02

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na avaliação final pelo teste de Tukey ao nível de 5% () e 1% (**) de probabilidade de erro. ns= dados não diferem estatisticamente.

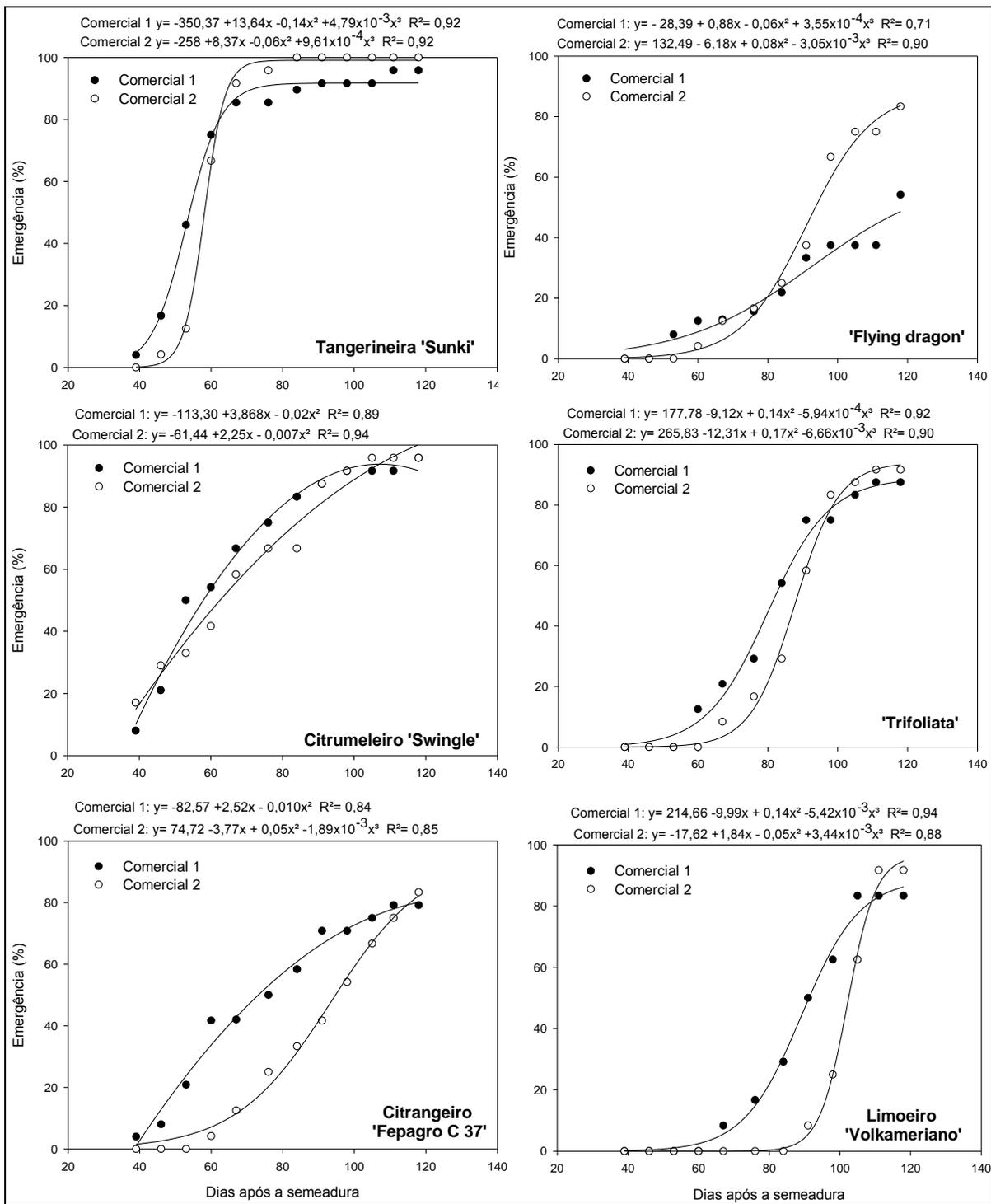


Figura 1 - Emergência de plântulas (%) de seis variedades de porta-enxertos cítricos cultivadas em dois substratos comerciais na fase de sementeira ao longo do período avaliado. Porto Alegre, 2011.

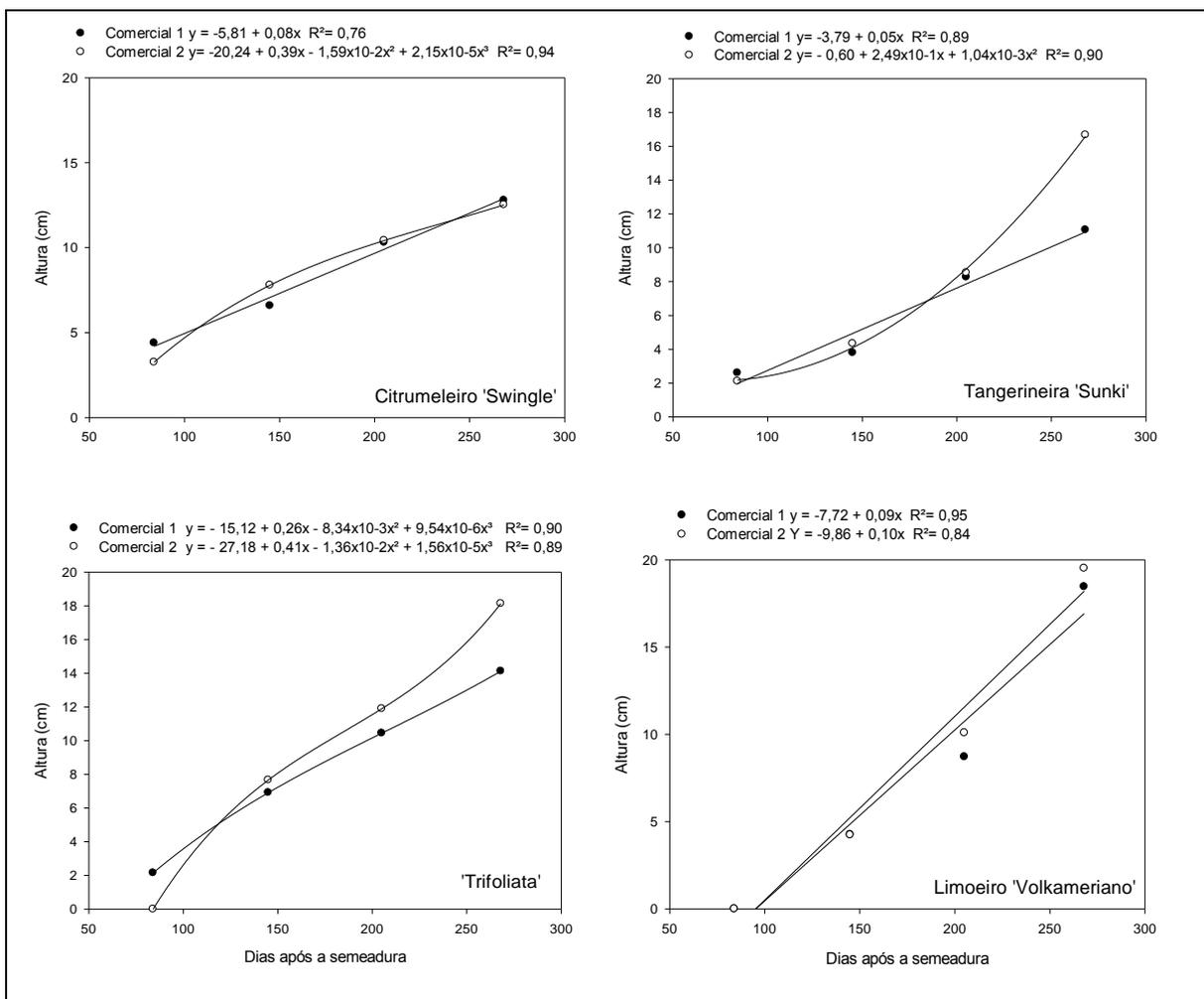


Figura 2 - Altura de plântulas (cm) de quatro variedades de porta-enxertos cítricos cultivadas em diferentes substratos comerciais na fase de sementeira ao longo do período avaliado. Porto Alegre, 2011.

Desempenho de genótipos de trigo em dois ambientes no Estado de São Paulo¹

Edivaldo José Ferreira Junior², Carlos Eduardo de Oliveira Camargo³,

Antônio Wilson Penteado Ferreira Filho⁴

Resumo - Compararam-se vinte genótipos de trigo, em experimentos instalados em condição de sequeiro e solo ácido de Capão Bonito, e em condição de irrigação por aspersão e solo corrigido com calcário de Tatuí, no ano de 2007. Analisaram-se produtividade de grãos, tolerância ao alumínio em soluções nutritivas, no laboratório e outras características agronômicas. A linhagem 6, tolerante à toxicidade de Al³⁺, sobressaiu-se quanto à produtividade de grãos, apresentando plantas de porte semi-anãs e resistentes ao acamamento em Capão Bonito. Em Tatuí, a linhagem 18 mostrou maior produtividade de grãos e todos os genótipos apresentaram plantas de porte semi-anão, sendo as linhagens 3 e 20 resistentes ao acamamento. Quanto à ferrugem-da-folha, para ambos os experimentos, as linhagens 12, 16, 17 e 20 foram imunes. Os genótipos mais produtivos em condições de sequeiro e solo ácido foram tolerantes à toxicidade de alumínio em soluções nutritivas.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Produtividade de grãos. Tolerância ao alumínio.

Performance of wheat genotypes in two environments in the State of São Paulo

Abstract - Twenty genotypes of wheat were compared in experiments carried out under rainfed conditions and acid soil in Capão Bonito, SP, Brazil, and spray irrigation conditions and lime amended soil in Tatuí, SP, in 2007. Grain yield, aluminum tolerance in nutrient solutions in the laboratory and other agronomic traits were analyzed. Line 6, tolerant to Al³⁺ toxicity, stood out in terms of grain yield, with semi-dwarf plants and resistance to lodging in Capão Bonito. In Tatuí, line 18 showed higher grain yield, and all genotypes were semidwarf plants, with lines 3 and 20 being resistant to lodging. As for crown-rust, lines 12, 16, 17 and 20 were immune for both experiments. The most productive genotypes under rainfed conditions and acid soil were those tolerant to aluminum toxicity in nutrient solutions.

Key words: *Triticum aestivum* L. Grain yield. Aluminium tolerance.

¹ Manuscrito submetido em 28/11/12 e aceito para publicação em 20/02/2013.

² Eng. Agrônomo, doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas, UFPA, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras-MG. Autor para correspondência: edivaldojfjr@gmail.com

³ In memoriam.

⁴ Eng. Agrônomo, Dr.. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Grãos e Fibras, IAC, Av. Theodureto de Almeida Camargo, 1500, CEP 13075-630, Campinas-SP.

Introdução

O aumento das pesquisas com melhoramento genético do trigo tem permitido o avanço da cultura em diferentes condições edafoclimáticas associadas a diferentes sistemas de manejo. Entretanto, ainda há a necessidade de muita pesquisa visando ao aumento da produtividade e à redução de custos de produção, principalmente em relação aos defensivos e corretivos agrícolas (CAMARGO et al., 2008).

O Programa de Melhoramento Genético de Trigo do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), por meio de hibridações entre genótipos adaptados às condições de cerrado e os introduzidos do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), México, de alto potencial produtivo, seguidas de seleções, tem obtido novas linhagens com maior produtividade e porte semi-anão, resistente às doenças e tolerantes à toxicidade de alumínio (SILVA et al., 2009).

Outro aspecto de importância diz respeito à triticultura brasileira se instalar predominantemente em solos ácidos, quase sempre exigindo sua correção. Nessas condições, devido à toxicidade do alumínio, há a ocorrência de “crestamento” nas plantas, inviabilizando ou reduzindo a produção desse cereal. A tolerância à toxicidade de alumínio é um fator relevante para garantir o crescimento satisfatório do sistema radicular, no que diz respeito à absorção de água do solo em profundidades maiores, considerando que o trigo é cultivado em condição de sequeiro.

A ferrugem-da-folha, causada pelo fungo *Puccinia triticina* Rob. ex Desm. f. sp. *Trititici*, é uma das principais doenças que afeta a cultura do trigo, podendo ocorrer em diversas regiões tritícolas de diversos países, causando reduções significativas na produção de grãos, principalmente em anos favoráveis à sua ocorrência (CHAVES e BARCELLOS, 2006). Assim, hibridações interespecíficas (LOBATO et al., 2007) têm sido realizadas com o intuito de obter genótipos resistentes a esse patógeno.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de genótipos promissores de trigo quanto à produtividade de grãos, tolerância à toxicidade de alumínio, resistência à ferrugem-da-folha e outras características agronômicas de interesse em dois diferentes ambientes de cultivo no Estado de São Paulo.

Material e Métodos

Os experimentos foram instalados em dois locais no Estado de São Paulo no ano de 2007: Capão Bonito (latitude 24°00'S, longitude 48°22'W e altitude 702 m), zona tritícola B, solo ácido, sem correção do solo com calcário e em condição de sequeiro, e Tatuí (latitude 23°22'S, longitude 47°52'W e altitude 600 m), zona tritícola D, solo corrigido com calcário e com irrigação por aspersão. Foram avaliados 20 genótipos, sendo 18 linhagens, e as cultivares-controladas IAC-24 e IAC-370.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada parcela formada de seis linhas de 3 m de comprimento, espaçadas de 0,20 m.

A semeadura foi feita com 80 sementes viáveis por metro de sulco, equivalendo a 1440 sementes por parcela, e área útil de 3,6 m². A adubação nos dois locais foi feita com base na análise de solo e na tabela utilizada pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC, 2002).

Coletaram-se os seguintes dados experimentais:

- produtividade de grãos — considerou-se a produção total de grãos obtida nas linhas de cada parcela em kg ha⁻¹;

- altura das plantas — mediu-se, na época da maturação, a distância em centímetros, do nível do solo ao ápice da espiga, sem as aristas, levando-se em consideração a média de três pontos em cada parcela;

- acamamento das plantas — avaliação da porcentagem de plantas acamadas, na época da maturação, por meio de observação geral, em cada parcela;

- presença de ferrugem-da-folha — observação geral, em cada parcela, nas folhas bandeiras das plantas, no estádio do início da maturação, em condições naturais de infecção, usando a escala modificada de Cobb, segundo Mehta (1993).

Os dados de produtividade de grãos e de altura das plantas de cada experimento foram submetidos à análise de variância individual, empregando-se o teste F, ao nível de 5%, para detectar efeitos significativos de genótipos. O teste de Tukey, ao nível de 5%, foi empregado para a comparação das médias dos genótipos em cada experimento. Foi estimada a acurácia seletiva (RESENDE e DUARTE, 2007) para as características produtividade de grãos e altura de plantas em cada ambiente como sendo $AS = (1 - 1/F)^{1/2}$, em que F é o valor do teste F para

genótipos. Correlações simples foram calculadas para cada experimento entre as produtividades médias de grãos de cada genótipo com as alturas das plantas. Consideraram-se os dados das 80 parcelas, em cada local e empregou-se o teste t, ao nível de 5%, para avaliação da significância do coeficiente de correlação.

Plântulas dos vinte genótipos e das cultivares-controle BH-1146 (tolerante) e Anahuac (sensível) foram testadas para a tolerância ao alumínio, em condição de laboratório, nas doses de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 mg L⁻¹ de alumínio, em soluções nutritivas conforme Camargo et al. (2001). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com arranjo em parcelas subdivididas: as parcelas, compostas por seis concentrações de alumínio, e as subparcelas, pelos genótipos de trigo. Realizaram-se quatro repetições para cada solução tratamento. Na análise dos dados, considerou-se a média de comprimento da raiz primária central de cinco plântulas de cada genótipo, para cada repetição. Foram consideradas tolerantes as plantas com raízes que cresceram após o tratamento com uma determinada concentração de alumínio e consideradas sensíveis, as que não tiveram crescimento radicular após o tratamento (CAMARGO et al., 2001).

Foram estimadas as seguintes correlações simples considerando as médias dos genótipos avaliados separadamente em Capão Bonito e Tatuí, em 2007: produtividade de grãos e altura das plantas com os crescimentos médios das raízes dos genótipos, após tratamento em soluções nutritivas contendo as diferentes concentrações de alumínio. Utilizou-se o teste t, ao nível de 5%, para a avaliação da significância do coeficiente de correlação.

Resultados e Discussão

Nas análises de variância das produções de grãos dos vinte genótipos de trigo, estudados nos experimentos em Capão Bonito e Tatuí, em 2007, o efeito de genótipos foi significativo ($p < 0,05$) (Tabela 1). Nas médias, as produtividades de grãos dos ensaios instalados em Tatuí foram bastante altas quando comparadas com as de Capão Bonito, devido principalmente ao ambiente mais favorável para o cultivo da cultura. O fato do coeficiente de variação ter sido alto (PIMENTEL GOMES, 2009) em Capão Bonito é explicado em virtude de o local estudado ter um solo originalmente ácido, nunca antes corrigido por calagem e, portanto,

heterogêneo, principalmente nos teores de alumínio e de bases, corroborando assim Ramalho et al. (2012). Mesmo assim, essa área experimental tem sido de grande utilidade para os trabalhos de melhoramento genético de trigo do IAC, onde são selecionadas linhagens tolerantes à toxicidade de alumínio (SALOMON et al., 2003).

Sob um ponto de vista não só estatístico e sim genético e estatístico, como devem realmente ser abordados os ensaios de avaliação de genótipos, nesse contexto, um dos parâmetros mais relevantes para a avaliação da qualidade de experimentos, embora ainda pouco utilizado, é a acurácia seletiva (AS), que varia com valores de zero a um, sendo o mais próximo da unidade de maior precisão experimental (RESENDE, 2002). Tal parâmetro não depende apenas da magnitude da variação residual, como é o caso do CV%, mas também da proporção entre as variações de natureza genética e residual associadas ao caráter em avaliação. Assim, como apresentado na Tabela 1, não só o valor de AS para produtividade de grãos em Capão Bonito foi alto e sim de todas as outras características mensuradas, afirmando assim, que a precisão experimental foi muito alta por apresentar valores de AS maiores que 0,90 (RESENDE e DUARTE, 2007). Com isso, de acordo com as conclusões de Storck et al. (2010), descartar ensaios apenas por ter CV% muito alto é uma atitude desaconselhável.

Em solo ácido e condição de sequeiro de Capão Bonito, a produtividade de grãos variou entre 14 e 1642 kg ha⁻¹. A linhagem 6 foi a que se destacou quanto à produtividade de grãos (1642 kg ha⁻¹), não diferindo dos genótipos 5 (1274 kg ha⁻¹), 8 (1212 kg ha⁻¹), 9 (1163 kg ha⁻¹) e da cultivar IAC-24 (1253 kg ha⁻¹), tolerante à toxicidade de alumínio.

No experimento de Tatuí, utilizando-se irrigação por aspersão e solo corrigido pela calagem, quando se compararam as médias de produtividades de grãos, verificou-se que a linhagem de destaque foi a 18 (4836 kg ha⁻¹), não diferindo dos genótipos 12 (4596 kg ha⁻¹), 13 (4146 kg ha⁻¹), 20 (4292 kg ha⁻¹) e da cultivar IAC-370 (4621 kg ha⁻¹). A linhagem que apresentou a menor produtividade foi a 3 (2646 kg ha⁻¹), não diferindo dos genótipos 4 (2857 kg ha⁻¹), 7 (3300 kg ha⁻¹), 9 (3489 kg ha⁻¹), 10 (3101 kg ha⁻¹) e da cultivar IAC-24 (3444 kg ha⁻¹).

Através da análise de variância individual para altura das plantas para ambos os experimentos, observaram-se efeitos significativos ($p < 0,05$) para genótipos (Tabela 1).

Da mesma forma que para os valores da produtividade de grãos, em todos os genótipos, os menores valores com relação ao porte foram obtidos no experimento em Capão Bonito, quando comparado ao experimento em Tatuí, provavelmente devido à condição de solo ácido e cultivo de sequeiro. Em contrapartida, dados obtidos por Camargo et al. (2006) mostraram em experimento em Capão Bonito (condições de sequeiro e solo ácido), altura de plantas semelhantes às de um outro experimento em Tatuí (condições de irrigação e solo corrigido), muito provavelmente devido à boa precipitação ocorrida naquele ano. É interessante observar que em Tatuí, mesmo os genótipos apresentando diferenças estatísticas significativas entre eles para altura de plantas, todos foram classificados como de porte semi-anão (73 a 90 cm), sendo esse porte de grande interesse nos cultivos mecanizados da cultura.

Avaliando o comportamento das linhagens em relação ao acamamento (Tabela 1) no experimento em Capão Bonito, somente os genótipos 6 e 13 se destacaram por não apresentarem plantas acamadas, sendo que os demais apresentaram acamamento variando entre 10 e 30%. O interessante nesse experimento é observar que mesmo as linhagens apresentando portes variando de anão a semi-anão (33 a 68 cm), houve uma alta taxa de plantas acamadas, mostrando que o acamamento, embora influenciado pela altura de plantas, pode sofrer o efeito de outros fatores como, por exemplo, a consistência do colmo e condições do ambiente como vento e chuva. Tais resultados discordam dos obtidos por Sousa (1998) avaliando cultivares de trigo no Rio Grande do Sul, que associou plantas mais baixas à resistência ao acamamento.

Em Tatuí, os destaques são para as linhagens 3 e 20 que não apresentaram plantas acamadas, diferente dos outros genótipos que exibiram elevado acamamento, variando entre 10 e 50%. Essas maiores porcentagens de plantas acamadas observadas em Tatuí, provavelmente se devem às condições favoráveis de cultivo que permitiram o maior desenvolvimento vegetativo das plantas nesse local.

A ferrugem-da-folha ocorreu naturalmente em intensidades relativamente baixas em ambos os locais. Mesmo assim, permitiu-se boa diferenciação do comportamento entre genótipos. Em Capão Bonito, devido às condições ideais para a ocorrência do patógeno, observou-se uma maior porcentagem de área foliar recoberta por

pústulas variando de 0 a 35%, ao passo de que em Tatuí essa variação foi somente de 0 a 15%.

As pústulas observadas foram do tipo suscetível, com esporulação abundante, mas quando considerada a porcentagem visualmente observada da área foliar lesionada, conforme Mehta (1993), classificaram-se como imunes para ambos os experimentos as linhagens 12, 16, 17 e 20, e como resistentes, os genótipos 5, 9, 11, 13, 14, 15 e 19. Essa imunidade e resistência de genótipos à infecção da ferrugem-da-folha são interessantes para um programa de melhoramento pela possibilidade de transferência de alelo de resistência, podendo esses genótipos serem utilizados para cruzamentos com cultivares suscetíveis.

As demais linhagens e as cultivares IAC-24 e IAC-370 apresentaram-se como moderadamente resistentes, variando entre 6 e 25% de área foliar infectada, com exceção do genótipo 10 que apresentou infecção foliar de 35% em Capão Bonito, sendo portanto a única linhagem classificada como suscetível à ferrugem-da-folha, considerando os dois experimentos.

Esse nível de infecção que variou entre 6 e 25% (moderadamente resistente), verificado em alguns genótipos, provavelmente revela um tipo de resistência que envolva combinações patógeno-hospedeiro, que não atinjam altos graus de severidade. Assim, apesar da ocorrência da doença, esta não causará grandes danos à cultura, e como provavelmente envolva vários genes, não será facilmente quebrada, concordando com Lobato et al. (2005) sobre o lançamento de cultivares que apresentem determinado nível de resistência.

Na Tabela 2, encontram-se os dados de comprimento médios das raízes dos genótipos estudados e das cultivares controle Anahuac e BH-1146, após 72 horas de crescimento em solução normal, que se seguiram a um crescimento em solução-tratamento contendo seis diferentes concentrações de alumínio, resultantes da média de quatro repetições.

A cultivar Anahuac, controle para sensibilidade ao alumínio, e os genótipos 14 e 19 foram sensíveis à concentração de 2 mg L⁻¹ de alumínio, ou seja, houve paralisação irreversível do crescimento da raiz primária central, após esse tratamento. As linhagens 13, 15, 16 e 20 foram consideradas sensíveis a partir da concentração de 4 mg L⁻¹ de alumínio; somente a cultivar IAC-370 foi sensível a partir da concentração de 6 mg L⁻¹ de alumínio; as linhagens 11 e 12 foram sensíveis a partir da concentração de 8 mg L⁻¹ de

alumínio. Os demais genótipos e as cultivares BH-1146 (controle tolerante) e IAC-24 foram tolerantes a 10 mg L⁻¹ de alumínio, podendo assim servirem como fontes de tolerância à toxicidade de alumínio em programas de melhoramento.

Considerando o experimento de Capão Bonito, as correlações simples calculadas apresentaram-se significativas e positivas entre as produções médias de grãos de cada genótipo e os respectivos comprimentos médios das raízes, medidos após 72 horas de crescimento na solução nutritiva, que se seguiu ao crescimento na solução-tratamento contendo as concentrações de 2 (0,90*), 4 (0,88*), 6 (0,73*), 8 (0,76*) e 10 (0,73*) mg L⁻¹ de alumínio. Resultados semelhantes foram obtidos por Lobato et al. (2007) e indicaram também que os genótipos mais adaptados às condições de solo ácido e cultivo de sequeiro apresentaram-se tolerantes à toxicidade de alumínio em soluções nutritivas. Com essas condições de cultivo, a presença do alumínio na camada arável prejudicou o desenvolvimento dos genótipos mais sensíveis à toxicidade desse elemento, corroborando com os resultados obtidos com as soluções nutritivas em laboratório.

Ainda considerando os dados de Capão Bonito, verificou-se que as correlações entre as alturas médias das plantas de cada genótipo e os respectivos comprimentos médios das raízes, medidos após 72 horas de crescimento na solução nutritiva, que se seguiu ao crescimento na solução tratamento contendo as concentrações de 2 (0,96*), 4 (0,91*), 6 (0,77*), 8 (0,78*) e 10 (0,69*) mg L⁻¹ de alumínio, foram significativas e positivas, mostrando que, nas condições de solo ácido e cultivo de sequeiro, houve a tendência das plantas mais produtivas serem mais altas e tolerantes à toxicidade de alumínio em soluções nutritivas. Resultados semelhantes foram relatados por Salomon et al. (2003) estudando o comportamento de linhagens diaplóides de trigo em solos ácidos e corrigidos.

No experimento em Tatuí, as correlações simples calculadas entre as médias das produtividades de grãos com os comprimentos médios radiculares dos vinte genótipos nas concentrações de 2 (-0,42) e 10 (-0,39) mg L⁻¹ de alumínio não foram significativas. Ou seja, o desempenho dos genótipos para produtividade de grãos em Tatuí, considerando as duas concentrações, independeu da tolerância ao alumínio, já em relação às concentrações de 4 (-0,48*), 6 (-0,54*) e 8 (-0,61*) mg L⁻¹ de

alumínio, além de significativas, mostraram-se negativas, revelando que os genótipos mais produtivos apresentaram valores de comprimento das raízes menores. Nessas condições de cultivo, irrigação e solo corrigido, as raízes dos genótipos foram mantidas em quase sua totalidade na camada arável impedindo assim que a provável presença do alumínio no subsolo representasse um fator de limitação para o desenvolvimento dos genótipos avaliados. As correlações simples entre as médias das alturas das plantas de cada genótipo com os respectivos comprimentos médios das raízes em Tatuí não foram significativas, indicando que os genótipos com as plantas mais altas, nesse local, independeram da tolerância à toxicidade ao alumínio em solução nutritiva.

Referências

CAMARGO, C. E. O. et al. Comportamento agrônomico de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 35-44, 2001.

_____. Linhagens diaplóides de trigo: Desempenho agrônomico em dois locais do Estado de São Paulo e tolerância à toxicidade de alumínio em laboratório. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 253-268, 2006.

_____. Desempenho de linhagens de trigo, oriunda de hibridações, em duas condições de cultivo do Estado de São Paulo e tolerância à toxicidade de alumínio em laboratório. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 613-625, 2008.

CHAVES, M. S.; BARCELLOS, A. L. Especialização fisiológica de *Puccinia triticina* no Brasil em 2002. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 57-62, 2006.

INSTITUTO AGRONÔMICO - IAC. **Recomendações da Comissão Técnica de Trigo para 2002**. 3. ed. Campinas: IAC, 2002. 92 p. (Série Tecnológica APTA, Boletim Técnico IAC, 167).

LOBATO, M. T. V. et al. Desempenho de linhagens de trigo mexicanas, em condição de irrigação por aspersão no Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 2, p. 211-219, 2005.

_____. Avaliação de linhagens de trigo provenientes de cruzamentos interespecíficos em dois locais no Estado de São Paulo e em laboratório. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 31-41, 2007.

MEHTA, Y. R. **Manejo integrado de enfermidades del trigo**. Santa Cruz de la Sierra: Imprenta Landivar, S.R.L., 1993. 314 p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. São Paulo: FEALQ, 2009. 451 p.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522 p.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de

avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

SALOMON, M. V. et al. Desempenho de linhagens diaplóides de trigo obtidas via cultura de anteras quanto à tolerância ao alumínio, produção de grãos e altura de planta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 189-198, 2003.

SILVA, A. H. et al. Desempenho agrônômico de linhagens de trigo em diferentes ambientes no sudoeste paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 262-270, 2011.

SOUSA, C. N. A. O acamamento e a reação de cultivares de trigo recomendadas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 537-541, 1998.

STORCK, L. et al. Avaliação da precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 572-578, 2010.

Tabela 1 - Dados médios referentes à produtividade de grãos, altura das plantas e acamamento dos 20 genótipos de trigo avaliados nos experimentos instalados em Capão Bonito e Tatuí, SP, no ano de 2007.

Genótipos	Capão Bonito			Tatuí		
	Produtividade	Altura das	Acamamento	Produtividade	Altura das	Acamamento
	de grãos	plantas		de grãos	plantas	
kg ha ⁻¹	cm	%	kg ha ⁻¹	cm	%	
IAC-24	1253 a-c	65 a	10	3444 c-g	80 b	20
IAC-370	170 e	41 cd	20	4621 ab	84 ab	20
3	521 de	56 a-c	20	2646 g	78 b	0
4	906 b-d	59 ab	10	2857 fg	80 b	50
5	1274 ab	60 ab	20	3814 b-e	75 b	20
6	1642 a	68 a	0	3894 b-e	79 b	20
7	1045 b-d	64 a	30	3300 d-g	84 ab	50
8	1212 a-d	65 a	20	3628 c-f	86 ab	20
9	1163 a-d	64 a	10	3489 c-g	76 b	10
10	1049 b-d	66 a	20	3101 e-g	78 b	30
11	139 e	46 b-d	20	3596 c-f	78 b	10
12	892 b-d	60 ab	20	4596 a-c	81 b	10
13	63 e	39 cd	0	4146 a-d	89 ab	20
14	14 e	34 d	10	3624 c-f	85 ab	10
15	90 e	36 d	20	3368 c-f	73 b	10
16	24 e	40 cd	10	3765 b-f	90 a	40
17	910 b-d	59 ab	20	3921 b-e	80 b	10
18	774 cd	60 ab	20	4836 a	84 ab	20
19	17 e	33 d	20	3856 b-e	75 b	10
20	104 e	43 b-d	10	4292 a-c	80 b	0
F (Genótipos)	32,61*	13,95*	-	11,48*	7,84*	-
D M S (Tukey 5%)	495	17	-	883	9	-
CV %	28,41	12,45	-	8,99	4,15	-
AS	0,98	0,96	-	0,96	0,93	-

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F. Médias seguidas de ao menos uma letra em comum, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5%

Tabela 2 - Comprimento médio das raízes dos vinte genótipos de trigo avaliados após 72 horas de crescimento em solução normal, que se seguiu a um crescimento em solução-tratamento contendo seis diferentes concentrações de alumínio (média de quatro repetições).

Genótipos	Concentração de alumínio (mg L ⁻¹)					
	0	2	4	6	8	10
	mm					
IAC-24	79,4	48,2	36,3	26,5	18,4	17,8
IAC-370	94,4	13,8	1,2	0,0	0,0	0,0
3	83,5	44,4	28,3	18,7	17,5	5,8
4	84,5	45,1	26,9	19,9	13,4	5,8
5	88	37,4	19,1	1,80	3,4	1,4
6	71,5	49,6	36,9	19,9	18,7	14,8
7	75,7	42,1	31,2	13,6	18,2	8,6
8	82,0	42,6	27,4	20,9	14,9	4,5
9	84,0	45,1	28,5	17,5	17,6	11,1
10	87,5	51,7	34,9	19,8	15,3	6,1
11	76,5	23,4	3,2	0,9	0,0	0,0
12	83,5	31,0	8,8	1,0	0,0	0,0
13	79,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
14	75,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	64,4	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
16	83,2	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	74,6	29,0	11,4	0,7	5,1	0,4
18	74,1	30,3	18,3	9,2	2,0	2,3
19	63,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	77,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
BH-1146	94	63,9	47,0	40,3	35,9	29,5
Anahuac	84,9	0	0	0	0	0

INSTRUÇÕES PARA AUTORES

APRESENTAÇÃO

A revista **Pesquisa Agropecuária Gaúcha (PAG)** é uma publicação semestral da **Fepagro** destinada à veiculação de trabalhos técnico-científicos originais resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. São aceitos para publicação:

- **artigos científicos** inéditos, com até 15 páginas;
- **revisões**, preferencialmente a convite da Comissão Editorial, abordando o estado atual de conhecimento sobre um assunto particular por meio da análise e da discussão de informações já publicadas, devendo incluir comentários críticos e uma conclusão, em textos com, no máximo, 20 páginas;
- **comunicados técnicos**, destinados à apresentação de inovações metodológicas e resultados iniciais com caráter inovador e rigor científico, visando a garantir a primazia no relato de um produto, processo ou conhecimento científico, em textos com até dez páginas, contendo os mesmos itens do artigo científico;
- **relatos de caso**, entendidos como casos veterinários que tratem de observações inéditas, pouco frequentes, diferentes ou raramente observadas, os quais poderão ter até dez páginas.

Os trabalhos encaminhados para a PAG deverão ser inéditos, de interesse agropecuário, que não tenham sido encaminhados para outras publicações. Excetuam-se trabalhos apresentados em eventos na forma de resumos, bem como resultados de dissertações, teses ou relatórios, cuja primeira divulgação deve ser indicada em nota de rodapé. Opiniões e conceitos são de inteira responsabilidade dos autores. Os consultores científicos e os editores poderão rejeitar a publicação, condicionar a publicação a correções ou sugerir modificações do texto. Os artigos poderão ser escritos em português, espanhol ou inglês, sempre com *abstract* em inglês.

O manuscrito deverá ser encaminhado à Comissão Editorial da Fepagro, para o *e-mail* pag@fepagro.rs.gov.br. O manuscrito deverá ser enviado como arquivo anexo, digitado em formato compatível com editor de texto *Word*, em fonte *Times New Roman* 11, em tamanho A4 (21 x 29,7 cm), sem marca d'água, com espaço duplo, margens direita e esquerda de 3 cm. Para correspondência, os autores deverão informar endereço completo, inclusive telefone e *e-mail*.

Para cada artigo publicado, será enviado um exemplar da revista ao autor indicado para correspondência, sendo público o acesso à versão em formato *pdf*: <http://www.fepagro.rs.gov.br/lista/122/PAG>.

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

Para submissão de manuscrito, os autores devem consultar a versão mais recente das normas da revista, ao final do último exemplar publicado *on line*, uma vez que as normas estão sujeitas a atualizações. Além dos padrões amplamente conhecidos para a comunicação científica, a Comissão Editorial solicita aos autores:

1. Considerar as indicações para a integridade da atividade científica disponíveis em <http://www.cnpq.br/web/guest/diretrizes>;

2. Padronizar os trabalhos usando códigos de nomenclatura reconhecidos internacionalmente. Nomes científicos e outros latinos deverão ser escritos em itálico. No resumo e *abstract*, adotar nomenclatura binomial completa. Nomes de cultivares devem ser escritos entre aspas simples, quando não estiverem precedidos da palavra cultivar;

3. Usar somente abreviações de unidades do Sistema Internacional (SI). Abreviações não-convencionais devem ser apresentadas por extenso quando aparecerem no texto pela primeira vez.

4. Separar valores de unidades de medida com um espaço (35 kg). Usar a simbologia internacional (25 kg ha⁻¹).

5. Apresentar numerais de zero a doze por extenso. Para medidas exatas, séries de quantidades e em apresentações estatísticas, os números devem ser em algarismos arábicos. Onde a fluência do texto exigir e em início de parágrafo, escrever o número por extenso.

6. Quando apropriado, usar símbolos para designar os elementos e compostos químicos, especialmente se forem citados mais de uma vez ao longo do texto.

7. Usar nomes comuns de princípios ativos e formulações químicas. Nomes comerciais, se usados, deverão ser identificados como tal.

8. Evitar neologismos e figuras de linguagem inadequados à comunicação científica.

9. Ordenar as partes do artigo científico da seguinte forma:

Título

Deve ser claro, breve, conciso e informar o conteúdo do trabalho. Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, em negrito, sem ponto-final e centralizado. Poderá ser seguido do número um (1) para chamada de rodapé. Não deve conter nome científico, exceto de espécies biológicas pouco conhecidas; nesse caso, apresentar somente o nome binário. Não deve conter abreviações, fórmulas e símbolos.

Autoria

Separados com espaço de uma linha abaixo do título, os nomes dos autores serão escritos completos, por extenso e em sequência, separados por vírgula e com numeração sobrescrita para identificar, no rodapé, a profissão, o grau de especialização, a instituição a que pertence e o endereço do autor.

Resumo

Deve ser suficientemente informativo, para que o leitor identifique o conteúdo e o interesse do trabalho. Deverá ser escrito em um só parágrafo, sem ultrapassar 200 palavras. Deixar espaço de duas linhas abaixo dos autores.

Palavras-Chave

Logo após o resumo, com espaço de uma linha, devem ser indicadas palavras adicionais para indexação, diferentes das que compõem o título.

Title

Versão do título no idioma inglês.

Abstract

Versão do Resumo, reproduzida integralmente no idioma inglês.

Key Words

Versão em inglês das Palavras-Chave.

Introdução

A palavra “Introdução” deve ser alinhada à esquerda e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito. O item constará da justificativa para a realização do trabalho, situando a importância do tema abordado e estabelecendo sua relação com outros trabalhos, a partir de revisão atualizada da literatura, e incluirá os objetivos do trabalho.

Material e Métodos

A expressão “Material e Métodos” deve ser grafada em negrito, alinhada à esquerda, com letras minúsculas, exceto as letras iniciais. O item deve descrever a metodologia empregada no trabalho, incluindo-se o local onde foi conduzido e a descrição das análises estatísticas empregadas, evitando-se a divisão em subitens.

O(s) local(is) de execução deverá(ão) ser escrito(s) por extenso quando aparecer(em) pela primeira vez no texto. Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.

Resultados e Discussão

A expressão “Resultados e Discussão” deve ser grafada em negrito, alinhada à esquerda, com letras minúsculas, exceto as letras iniciais. Deverá ser redigida sem divisão em subitens, usando verbos no passado.

Os autores devem evitar o uso de abreviaturas para designar variáveis e tratamentos. O artigo não deve conter conjecturas ou afirmações que não possam ser amparadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou pelos trabalhos citados.

A apresentação de Resultados poderá ser separada de Discussão em casos excepcionais, conforme a estrutura do trabalho.

Os resultados devem ser apresentados em texto com verbos no passado, na forma de tabelas e imagens, de modo que todos os dados apresentados sejam discutidos e não seja feita menção a dados não apresentados. As tabelas e figuras devem ser numeradas de forma independente, sequencial, com números arábicos, devendo ser incluídas no texto.

Tabelas deverão ser apresentadas abaixo de uma legenda autoexplicativa, em letras minúsculas e com negrito, sem ponto-final. Abaixo das tabelas poderão constar notas explicativas em fonte tamanho oito.

Figuras incluem gráficos, mapas, ilustrações e fotos isoladas ou organizadas em estampas. Devem ser seguidas de legenda em negrito, em letras minúsculas, sem ponto-final, concisa e explicativa. Imagens coloridas poderão ser publicadas *on line*; contudo, a impressão poderá requerer desembolso dos autores, conforme os valores da gráfica. Para a diagramação da revista, os autores devem submeter as imagens em arquivos separados, com resolução mínima de 400 dpis após o aceite do trabalho.

A discussão pode ser encerrada com as considerações finais ou com frases conclusivas.

Agradecimento(s)

Item opcional.

Conclusões

Afirmações objetivas e autoexplicativas deve ser apresentadas. Sendo restritas às condições experimentais testadas, devem empregar verbos no passado. No caso de a Discussão ter sido encerrada com frases conclusivas, as Conclusões podem ser omitidas.

Referências

Os trabalhos citados no texto serão ordenados, alfabeticamente, pelo(s) sobrenome(s) do primeiro autor, seguido da inicial do(s) prenome(s).

As citações de autores no texto deverão ser feitas da seguinte forma: (AZEVEDO, 2003); (BERLATO e FONTANA, 2003); mais de dois, (NEUMANN et al., 2008); se for citado mais de um trabalho, separam-se por ponto e vírgula (BERLATO e FONTANA, 2003; JOST et al., 2010).

Quando se fizer referência ao(s) autor(es) ao longo do texto, somente o ano ficará entre parênteses. Por exemplo, “Jost et al. (2010) registraram...”.

Não serão aceitos *apuds*, como “Correa (1975) citado por Silva (1995)”.

Para distinguir trabalhos diferentes de mesma autoria, será levada em conta a ordem cronológica, segundo o ano da publicação. Se em um mesmo ano houver mais de um trabalho do(s) mesmo(s) autor(es), acrescentar uma letra ao ano (p.ex., 2006a; 2006b). Separam-se os diferentes autores por ponto e vírgula (;). As referências são alinhadas à margem esquerda.

Exemplos quanto ao tipo de material a ser referenciado:

Periódicos:

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L. Composição botânica e qualidade de uma pastagem de milho em pastejo sob doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 8, n. 1-2, p. 53-57, 2002.

Livros:

SOARES, F.; BURLAMAQUI, C. K. **Pesquisa Científica: uma Introdução, Técnicas e Exemplos**. 2. ed. São Paulo: Editora Formar, 1972. 352 p.

Capítulo de livro:

FOY, C. D. Effects of Aluminum on Plant Growth. In: CLARSON, E.W. (Ed.). **The Plant Root and its Environment**. Charlottesville: University Free of Virginia, 1977. p. 601-642.

VENDRAMIN, J. D. A Resistência de Plantas e o Manejo de Pragas. In: CROCOMO, W. B. (Ed.). **Manejo Integrado de Pragas**. Botucatu: UNESP, 1990. Cap. 9, p. 177-197.

Teses e dissertações:

LISBOA, B. B. **Parâmetros microbiológicos como indicadores de qualidade do solo em sistemas de manejo**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Boletins técnicos e outras publicações seriadas:

ANDRADE-BERTOLO, F. de O.; OTT, A. P.; FERLA, N. J. **Ácaros em Videira no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2011. 24 p. Boletim Técnico, 21.

Trabalhos publicados em anais de eventos:

ORLANDO FILHO, L.; LEME, E. J. de M. A Utilização Agrícola dos Resíduos da Agroindústria Canavieira. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2., 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p. 451-475.

Referências obtidas na web:

INFORMAÇÕES Climáticas: Temperaturas, Dados, Recordes e Curiosidades. Disponível em: <www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/dadostemp.htm>. Acesso em: 24 de setembro de 2004.

CONTATOS

Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, CEP 90130-060, Porto Alegre, RS
Telefone: (51) 3288-8000
E-mail da revista: pag@fepagro.rs.gov.br



Secretaria da Agricultura,
Pecuária e Agronegócio



**Governo
do Rio Grande
do Sul**

Promover a igualdade
faz a diferença

FEPAGRO

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Rua Gonçalves Dias, 570

Porto Alegre/RS - CEP 90130-060

Fone: (51) 3288.8000 Fax: (51) 3233.7607

www.fepagro.rs.gov.br